



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

**Lexikon der gesamten Technik und ihrer  
Hilfswissenschaften**

**Lueger, Otto**

**Stuttgart [u.a.], [1907]**

H

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83897](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83897)

## H

**Haustenne**, Vorhaus oder Tenne vorn im Haus in den Bauernhöfen mancher Landesgegenden.

**Haut**, f. Leder, Schiffbau.

**Hauteliffe**, f. Baffeliffweberei und Weberei.

**Hautrelief** (Hochrelief) läßt ein Bildwerk stark über den Grund hervortreten, im Gegensatz zum flachen Relief oder Basrelief.

**Hauwerk**, f. Aufbereitung.

**Hauyn**, ein Mineral, Kalk-Natron-Tonerde-Silikat und Kalk-Natron-Sulfat  $3 Na_2CaAl_2Si_2O_8 + (Na_2Ca)SO_4$ , von Nofëan nur durch höheren Kalkgehalt unterschieden.

Kristallisiert regulär. Meist blau, selten grün, rot oder farblos; glas- bis fettglänzend, unvollkommen durchsichtig. Spaltbar. Härte  $5-5\frac{1}{2}$ , spez. Gew. 2,4–2,5. Mit Salzfäure gekocht, scheidet sich gelatinöse Kieselsäure aus. Beim Schmelzen entfärbt es sich. Bestandteil einiger Laven in jungen Vulkanen (Albaner Gebirg, Laacher See u. f. w.). Vereinzelt als Halbedelstein verwendet.

**Hauynophyr**, eine aus Augit, Nephelin, Leucit und Hauyn zusammengesetzte Lava von Melfi (Unteritalien).

**Havanaholz**, **Haytiholz**, f. Nutzhölzer.

**Hebebaum** (Gleisheber), f. Oberbaugeräte.

**Hebedaumen** sitzen als einzelne oder mehrfache Zähne auf einer Welle und dienen zum Heben der Stempel an Pochwerken oder zum Anheben des Bärs an Holmhämmern.

Man unterscheidet [1] Evolventendaumen, die mit gleichmäßiger Geschwindigkeit heben, und halbzyklindrische Triebstöcke, die den Hub mit fanförmiger Anfröhlung einleiten. Beide Arten lassen sich nach der hier beigefügten Skizze so vereinigen, daß der Bogen vom Radius  $r$  mit mäßiger Aufwärtsgeschwindigkeit an den Hebling des Pochstempels anfröht und eine Kurve oder der Bogen vom Radius  $R$  den Hub vollendet. Die Steighöhe beträgt hierbei  $h = 2a + R - r - s$ , z. B.  $400 = 2 \cdot 160 + 200 - 100 - 20$  mm; die Hubdauer bei  $n = 60$  Uml./Min. die Hälfte der Umlaufzeit  $= 60/n \cdot 2 = 0,5$  Sekunden; die Falldauer 0,3 Sekunden; das Aufsitzen 0,2 Sekunden. Die mittlere Hubgeschwindigkeit ist  $0,400/0,5 = 0,8$  m/sek, die Anfröhl- und Endgeschwindigkeit  $\omega b = 0,1 n b = 0,1 \cdot 60 \cdot 0,05 = 0,3$  m/sek; die größte Geschwindigkeit  $\omega \sqrt{a^2 + b^2} = 0,1 \cdot 60 \cdot 0,167 = 1$  m/sek.

Die Schlagexzenter an Webstühlen [2], die das Fortschneiden der Webschütze bewirken, treiben mit konkav gekrümmter Vorderfläche die Schlagwelle so an, daß deren Drehgeschwindigkeit mit konstanter (oder noch gesteigerter) Beschleunigung zunimmt.

Literatur: [1] Weisbach-Herrmann, Mechanik, 3. Teil, 3. Abt., 1. Hälfte, S. 19–47. — [2] Ebend., 2. Hälfte, S. 1905–1910.

**Hebel**, im allgemeinen der um eine feste Achse oder Kante (Stützpunkt, Ruhepunkt) drehbare, von Kräften ergriffene Stab.

Als einfache schwere eiserne Stange wird der Hebel besonders in Steinbrüchen und auf Baustellen (Hebeisen) zum Bewegen der Lasten benutzt. Im Maschinenbau kommen Hebel als Balancier, Gestängekreuz, Händel, Steuerhebel, Schwinghebel an Pumpen und Hebelarmen, Wagebalken u. f. w. je in besonders zu behandelnden Formen vor. Mathematischen Hebel nennt man den gewichtslos gedachten Hebel. In der Voraussetzung, daß die einwirkenden Kräfte mit der Achse des Hebels eine Ebene bilden, müssen

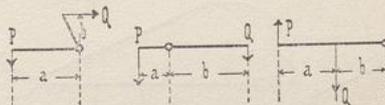


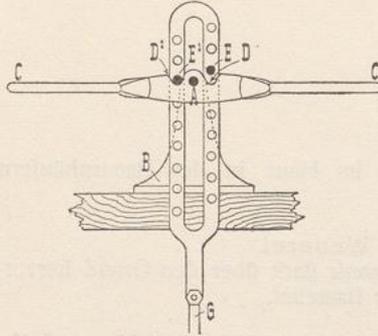
Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 1.

die Momentensummen, d. h. die Produkte aus den Kräften in die von dem Stützpunkt (Drehpunkt) nach den Richtungen der Kräfte gefällten Perpendikel (Hebelarme) gleich Null sein. Es ist z. B. für den einfachen Hebel (Fig. 1):  $P(a+b) - Qb = 0$ ; für den zweiarmigen Hebel (Fig. 2):  $Pa - Qb = 0$ ; für den Winkelhebel oder Kniehebel (Fig. 3):  $Pa - Qb = 0$ , die Hebel als gewichtslos gedacht.

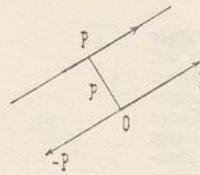
**Hebelade**, Vorrichtung zum Heben von Lasten, z. B. schweren Steinen, zum Stockroden u. f. w., besteht in der Hauptsache aus einem Hebel, der durch abwechselndes stufenweises Höherrücken zweier Stützpunkte die Hebung einer Last ermöglicht, wobei der Hebel während des Veretzens des einen Stützpunktes auf dem zweiten Stützpunkt ruht.



Bei der deutschen Hebelade werden die verstellbaren Drehpunkte des Hebels durch zwei Umsteckbolzen gebildet, die in übereinander angeordnete Löcher zweier starken in einem Bockgestell aufrecht stehenden Pfosten gesteckt werden. Bei der französischen Hebelade werden die Auflager der Hebelrehpunkte durch Einschnitte einer an zwei gegenüberliegenden Seiten verzahnten Stange gebildet. Gegenüber diesen Bauarten, die beide den Nachteil besitzen, daß sie die zu hebende Last beim Aufsteigen des Kraftangriffspunktes wieder etwas sinken lassen und daher Kraftverlust zur Folge haben, besteht die schwedische Hebelade aus vier Säulen, die derart mit Löchern versehen sind, daß ein ununterbrochenes Emporheben des Hebels ermöglicht ist. Die letztere Bauart findet man häufig in zweckmäßig abgeänderter Form als Aufzugsvorrichtung für Schützen bei Schleusen u. f. w. In der Figur bezeichnen A Zapfen des Gestells B, um den der Doppelhebel CC schwingt; DD' Ausschnitte, die abwechselnd unter die veretzbaren Bolzen EE' greifen und so die Zugstange G mit der Schütze anheben. Der Wirkungsgrad beträgt im Mittel 96%.

**Hebelade**, die am Papierholländer angewendete Vorrichtung, die durch genau zu bemessendes Heben und Senken der Messerwalze die gegenseitige Stellung dieser zum Grundwerk in entsprechender Weise zu regulieren gestattet (f. Papierfabrikation); Wechsellade, bei der die Schützenkästen übereinander angeordnet sind und die von oben gehoben wird (f. Weberei). — Vgl. a. Steiglade (Hub- oder Fallkästen), Winde.

**Hebelarm**. Unter dem Momente einer Kraft  $P$  in bezug auf einen Punkt  $O$  versteht man das Produkt aus der Intensität der Kraft, als Strecke auf ihrer Richtungslinie aufgetragen, und dem Abstände  $p$  des Punktes  $O$  von der Richtungslinie der Kraft (f. die Figur). Den Abstand  $p$  nennt man den Hebelarm oder kurz den Arm der Kraft  $P$ . Reduziert man die Kraft  $P$  auf den Punkt  $O$ , indem man sie dort in ihrem und in entgegengesetztem Sinne, als  $P$  und  $-P$ , zufügt, so erscheint das Produkt  $Pp$  als das Moment des Reduktionspaares und  $p$  ist der Arm desselben.



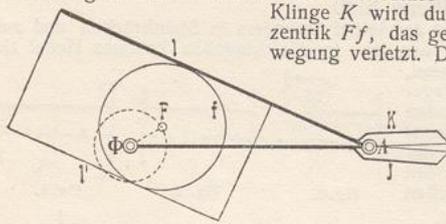
**Hebeldurchschnitt**, ein Durchschnitt, bei welchem der in dem Schieber befestigte Stempel mittels Hebelverbindungen bewegt wird (vgl. die Art. Durchstoßmaschine, Lochmaschine).

**Hebelhammer**, f. Aufwerfhammer, Bd. 1, S. 371.

**Hebelluppenpresse, -luppenquetsche**, f. Luppenbearbeitung.

**Hebelnietmaschinen** (besser Kniehebelnietmaschinen), f. Druckluftwerkzeuge und Druckluftmaschinen, Bd. 3, S. 127.

**Hebelchere**, wird beim Schneiden starker Metallstücke oder-platten verwendet. Sie besteht, wie in der Figur schematisch dargestellt ist, aus einem festen Gliede  $\Phi J$  mit der Klinge  $K$  und einem um die feste Achse  $A$  drehbaren Hebel  $l$  mit der Klinge  $K$ . Diese Klinge  $K$  wird durch ein um die feste Achse  $\Phi$  rotierendes Exzentrik  $Ff$ , das gegen den Hebel  $l$  drückt, zum Schneiden in Bewegung versetzt. Der Hebel  $l$  kann beim Leergang entweder durch seine Schwere oder durch Aufdrücken mit der Hand an das Exzentrik gelehnt werden. Wird aber der Hebel mit einem Rahmen versehen, dessen beide Seiten  $l, l'$  das Exzentrik berühren, dann erfolgt die Bewegung der Klinge  $K$  beim Leergang durch den Druck des Exzentriks gegen die Rahmenseite  $l'$ .



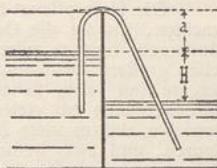
Burmeister.

**Hebelschneider**, zum Querschneiden des sogenannten endlosen Papiers verwendete Schneidvorrichtung, bei der das bewegte Messer (der Schneider) an einem Hebel befestigt ist; f. Papierfabrikation.

**Hebemaschinen** (Hebezeuge), Vorrichtungen zur Bewegung von Lasten in senkrechter oder schräg emporsteigender Richtung: Aufzüge, Elevatoren, Flaschen-, Gicht-, Handaufzüge, Krane, Paternoster-, Sack-, Schräg-, Transmissionsaufzüge, Winden u. f. w.; vgl. die Einzelartikel und Maffentransport.

**Heber**. Eine im Sinne der untenstehenden Figur mit beiden freien Enden in Flüssigkeit getauchte Röhre nennt man Heber. Der Luftdruck (die atmosphärische Pressung) gestattet, unter Umständen die Flüssigkeit bis zu einer bestimmten Höhe  $a$  über den oberen Spiegel zu heben, also über ein bestehendes Hindernis hinweg Bewegung aus dem höheren nach einem tieferen Behälter mittels der Ueberdruckhöhe  $H$  in der Röhre zu erzeugen.

Ist  $p$  die Pressung der Flüssigkeit pro Flächeneinheit in der Röhre,  $p_0$  die Pressung auf die Flächeneinheit beider Flüssigkeitsspiegel (d. h. die atmosphärische Pressung auf den Quadratmeter in Kilogrammen),  $B$  die dem Leitungswiderstand sowie dem Wassereintritts- und -austrittswiderstand infolge der Bewegung des Wassers im Rohr und der Erzeugung dieser Bewegung entsprechende Druckhöhe, so muß, wenn  $H$  (f. die Figur) positiv, die Bedingung erfüllt sein (vgl. Rohrleitungen):  $a = B - (p_0 - p) : \gamma$ ; unter  $\gamma$  das Gewicht eines Kubikmeters Flüssigkeit in Kilogramm verstanden. Die Pressung  $p$  in der Heberöhre kann äußerstenfalls auf jene herabsinken, die dem Dampfe der bewegten Flüssigkeit bei der entsprechenden Temperatur gleichkommt (f. Dampf, gesättigter Bd. 2, S. 539). Nennt man  $h$  die der letztgenannten Pressung entsprechende Druckhöhe, so wird  $a = B + h - p_0 : \gamma$  und ergibt die (negative) Höhe  $a$  des Heberscheitels, bei welcher die gedachte Bewegung noch möglich ist. Für Wasser ist bei den gewöhnlichen Temperaturen  $h$  sehr klein,  $p_0 : \gamma = 10,33$ , also annähernd  $a = B - 10,33$ . Positive Werte von  $a$  ergeben die Unmöglichkeit der Anwendung eines Hebers. S. a. Berg, H., Die Pumpen, Berlin 1906, S. 502 ff., und Rohrleitungen.



**Heber, anatomischer**, eine lange, oben offene, unten umgebogene Röhre, deren umgebogener Teil in ein weites, durch eine Membran oben geschlossenes Gefäß mündet. Beim Füllen mit Wasser wird die Membran durch den hydrostatischen Druck stark ausgedehnt, so daß deren anatomische Beschaffenheit leicht erkenntlich wird. Demonstrationsapparat für den hydrostatischen Druck.

Aug. Schmidt.

**Heberad**, f. Zwischentransport.

**Heberfchreiber**, auch Siphonrekorder genannt, ein für den Betrieb langer Unterseekabel dienender Telegraphenapparat; f. Telegraphie.

**Heberwacher**, die zum stetigen Austragen des Schmutzwassers aus den Holländern zur Anwendung gebrachte Vorrichtung, bei der dieses Austragen durch eine in die Waschtrommel hineinreichende Heberkonstruktion zur Ausführung kommt; f. Papierfabrikation.

Kraft.

**Hebevorrichtung**, für Munition, f. Munitionsaufzug.

**Hebwerke**, vertikale, f. Schiffshebwerke, Hebemaschinen.

**Hebezeuge**, f. Hebemaschinen.

**Hebling**, in der Aufbereitung derjenige Teil an den Pochstempeln (f. Pochwerk), an dem die Daumen der Antriebswelle angreifen.

**Hebungen und Senkungen**, fäkulare, in der Geologie, äußerst langsam sich vollziehende Niveauveränderungen größerer Teile der Erdrinde, z. B. von Inseln und Kontinenten.

Solche Schwankungen des Landes oder des Meerespiegels will man an der Küste von Schweden (Hebung von ungefähr 1 m innerhalb 100 Jahren) und von Grönland (Senkung), auch in der Nähe von Vulkanen (Italien, griechischer Archipel) beobachtet haben. Als ein besonders merkwürdiges Beispiel wird die in historische Zeit fallende Hebung und Senkung des Serapistempels bei Puzzuoli (Neapel) bezeichnet. Der Bau, ursprünglich zweifellos auf dem Land errichtet, muß, den zahlreichen Anbohrungen der Bohrmuscheln an seinen Säulen entsprechend, später unter das Meeresniveau gesunken sein, wenn die Tiere ihre Arbeit verrichten konnten. Heute ragen die Säulen wieder über den Meerespiegel empor. Indes sind auch andre Erklärungen dieser Erscheinung versucht worden.

Den Niveauveränderungen wurde lange Zeit die Verteilung von Wasser und Land in den verschiedenen geologischen Zeiträumen zugeschrieben. Dem Untertauchen des Landes entspricht eine vermehrte Ausdehnung des Meeres und die Bildung neuer Sedimente. Die Hebungen und Senkungen des Festlandes konnten aber als allmähliche und langsam vorschreitende Erscheinungen keineswegs die Ursache der Veränderungen in der Ausdehnung von Land und Wasser auf der Erde sein. Die neueren Forschungen über Schichtenstörungen und Tektonik im allgemeinen beweisen, daß den letztgenannten Veränderungen plötzlich oder zumeist unvermittelt vor sich

gehende Kraftäußerungen in der Erdrinde zugrunde liegen, die in der Hauptfache tangentiale Bewegungen (Faltung) und in geringerem Ausmaß vertikale (Einbrüche, Abfenkungen) waren. — In der Hauptfache ist die Bedeutung der säkularen Hebungen und Senkungen für die Geologie durch die neueren Forschungen erheblich vermindert und verändert worden. Die ihnen zugrunde liegenden Beobachtungen sind keineswegs exakt.

Literatur: Reyer, Theoretische Geologie, Stuttgart 1888, S. 795.

*Leppla.*

**Hechel, Hechelmaschine**, f. Flachsfpinnerei, Bd. 4, S. 51.

**Hechelabfall**, f. Wergspinnerei.

**Heck** eines Schiffes, der achterste Teil des Schiffsrumpfes, der nach hinten über den Hintersteven ausladet und eine Vergrößerung der Decksflächen bezweckt.

**Heckfeuer**, im Gegensatz zum Bugfeuer, der Schußbereich der Schiffsgeschütze über das Heck hinweg.

**Heckraddampfer**, Dampfertypen, Flußschiffahrt.

**Hede** (Heede), f. v. w. Werg, f. Flachsfpinnerei, Wergspinnerei.

**Hefe**, zur Familie der Saccharomyceten gehörige Pilze, die ein Enzym, die Zymase, enthalten und dadurch imstande sind, verschiedene Zuckerarten in Alkohol und Kohlensäure zu zerlegen, ein Prozeß, den man als Gärung (f. d.) bezeichnet.

Die Hefe pflanzt sich meistens durch Sproffung fort. Es bilden sich Ausstülpungen, die wachsen, bis sie die Größe der Mutterzelle erreicht haben, und sich dann entweder von der Mutterzelle trennen oder damit Sproßverbände bilden. Diese Sproßverbände erreichen jedoch selten größere Ausdehnung. Läßt man Hefe in geeigneter Nährlösung, am besten Bierwürze, längere Zeit ruhig stehen, so bildet sich eine sogenante Kahmhaut, in der sich oft größere Sproßverbände mit vielen Zellen von bedeutender Streckung bilden. Hansen [1] hat nachgewiesen, daß es viele Heferassen gibt. Von diesen bilden einige unter geeigneten Umständen Sporen, und zwar besonders wenn sie bei reichlichem Luftzutritt auf einem feuchten, festen Nährboden ausgefät werden. In Nährlösungen gebracht, gehen die Sporen wieder zur Sproßbildung über. Zur Charakteristik der verschiedenen Heferassen zieht Hansen die Temperaturgrenzen und die Zeitverhältnisse für die Sporenbildung, namentlich aber die Temperatur heran, bei der sich die Sporen am schnellsten bilden. Ferner lassen sich zur Differenzierung der Heferassen die Temperaturgrenzen und die Zeitverhältnisse für die Bildung der Kahmhäute heranziehen. Auch das Verhalten zu den verschiedenen Zuckerarten ist in Betracht zu ziehen. In der Technik verhalten sich die verschiedenen Heferassen sehr verschieden. In der Bierbrauerei verursachen verschiedene Hefen direkt Krankheiten des Bieres, in der Spiritusfabrikation bedingen sie eine mehr oder weniger vollständige Vergärung, bei der Weinbereitung sind sie von wesentlichem Einfluß auf die Eigenschaften (Bouquet, Geschmack) des fertigen Weines. Deshalb wird in allen diesen Industriezweigen dahin gestrebt, möglichst rein gezüchtete Heferassen zu verwenden. Die Methoden der Reinkultur kommen immer darauf hinaus, die Hefe so weit zu verdünnen, daß man eine einzelne Zelle isoliert. Bringt man z. B. von einer mit einer Nährlösung stark verdünnten Hefe mit einer Feder Tröpfchen auf ein Deckgläschen und betrachtet diese auf einer sogenannten feuchten Kammer unter dem Mikroskop, so kann man die Tröpfchen leicht herausfinden, die nur eine einzige Zelle enthalten. Nach einiger Zeit haben sich diese Zellen zu Kolonien ausgewachsen, die man mit einem sterilen Platindraht leicht in einen mit steriler Würze beschickten Pasteurischen Kolben überimpfen kann. Die hier gewonnene Hefe wird in immer größere Gefäße übergeimpft. Bei sorgfältiger Arbeit, die natürlich ständig kontrolliert werden muß, erhält man so nur Hefezellen, die alle von einer Zelle abstammen, d. h. eine Reinkultur. Eine namentlich für die Praxis der Bierbrauerei (f. d.) wichtige Einteilung der Heferassen ist die in untergärige und obgärige. Die Obgärung geht bei höherer Temperatur (14–20°) vor sich, verläuft schnell und stürmisch und ist durch Ansammlung der Hefe an der Oberfläche charakterisiert. Im Gegensatz dazu verläuft die Untergärung bei 5–10°, langsamer, unter Absetzung der Hefe auf dem Boden.

Die Hefe, die in der Trockensubstanz zu 50–60% aus stickstoffhaltigen Stoffen besteht, hat für ihre Vermehrung daher ein großes Bedürfnis an stickstoffhaltigen Stoffen. Am geeignetsten sind Peptone und Amide, auch Ammoniaksalze werden assimiliert. Doch auch Aschenbestandteile, namentlich Phosphorsäure, müssen in genügender Menge vorhanden sein. Von den in den Nährlösungen vorhandenen Kohlehydraten (f. d.) wird nur wenig (ca. 1%) zum Aufbau von Zellsubstanz verwendet. Der Rest wird von der Zymase zerlegt. Doch werden nur Glukose und Fruktose direkt vergoren. Rohrzucker wird zunächst von einem andern in der Hefe vorhandenen Enzym, der Invertase, in Glukose und Fruktose, die Maltose in Glukose zerlegt; vgl. a. Kunsthefe, Preßhefe.

Literatur: [1] Jörgensen, Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie, 4. Aufl., Berlin 1898.

**Hefengut, -kühler, -maischapparate**, f. Kunsthefe.

*Hersfeld.*

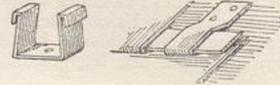
**Hefenpresse, -schaum**, f. Preßhefe.

**Hefeschwarz**, f. Rebenschwarz.

**Heftblech**, kleiner Blechstreifen, 4–6 cm breit, der zur losen Befestigung der Tafeln bei Blechdachern (f. Bd. 2, S. 47) dient.

Die Heftbleche sind umzufalzen und in die Fälze der einzelnen Tafeln einzuhängen; jedes Heftblech ist durch zwei Nägel zu befestigen (f. die Figur).

*Weinbrenner.*





Volumen  $w$  bei adiabatischer Expansion ist stets kleiner als das spezifische Volumen  $s$  nach der Grenzkurve bei gleicher Spannung  $p$ . Aus dem bei der Spannung  $p_a$  anfangs vorhanden gewesenem Gewicht von 1 kg trocken gefättigten Dampf sind bei der adiabatischen Expansion bis zum Druck  $p$  geworden:  $x = \frac{w}{s}$  kg Dampf und  $(1-x) = \frac{s-w}{s}$  kg Wasser. Die Grenzkurve bietet hiernach eine Handhabe zur Beurteilung des Dampfzustandes während der Expansion.

Die Arbeit  $L$  in Meterkilogramm, die 1 kg gefättigter Dampf in der theoretisch vollkommenen Maschine bei adiabatischer Expansion vom Druck  $p_a$  auf  $p_0$  leisten kann, wird durch den Inhalt des Diagramms  $abcd a$  dargestellt; es ist [3]:

$$L = 8,407 p_a s_a \left[ 1 - \left( \frac{p_0}{p_a} \right)^{0,119} \right] \quad 3.$$

Nach Mollier [5] ist auch annähernd

$$L = \frac{\log p_a - \log p_0}{6,87 - 0,9 \log p_0} \cdot \frac{637}{A} \quad 4.$$

In Gleichung 4. sind die Spannungen  $p_a$  bzw.  $p_0$  in Kilogramm/Quadratcentimeter einzusetzen;  $A$  ist das Wärmeäquivalent.

Die in der Kesselanlage zur Erzeugung von 1 kg gefättigten Dampf erforderliche gewesene Wärmemenge sei  $Q = \lambda - q_0$ . Hierin ist  $\lambda$  die Gesamtwärme (f. Bd. 2, S. 539, Gleichung 1. und 2. sowie Tabelle III, S. 540) und  $q_0$  die der Speisewassertemperatur  $t_0$  entsprechende Flüssigkeitswärme. Da nun die in der theoretisch vollkommenen Maschine in Arbeit umsetzbare Wärme  $AL$  ist, so stellt das Verhältnis

$$\eta_1 = \frac{AL}{Q} = \frac{\text{in Arbeit umsetzbare Wärme}}{\text{aufgewendete Wärme}} \quad 5.$$

den thermischen Wirkungsgrad der vollkommenen Maschine dar. Die zahlenmäßige Berechnung von  $\eta_1$  nach Gleichung 5. setzt die Kenntnis der Speisewassertemperatur  $t_0$  voraus. Für die Beurteilung der vollkommenen Maschinen ist es nach Ansicht des Verfassers [3] das Richtige, für  $t_0$  die Temperatur des Auslaßdampfes, entsprechend der Spannung  $p_0$  (Fig. 1), festzusetzen. Dies würde einen vollkommenen Vorwärmer voraussetzen, in dem die Wärme des Auslaßdampfes auf das Speisewasser ohne Temperaturverlust übertragen würde. Bei dieser Festsetzung von  $t_0$  erfährt die Auspuffmaschine gegenüber der Kondensationsmaschine eine gerechtere Beurteilung, indem der Möglichkeit einer höheren Vorwärmung des Speisewassers durch den Abdampf der Auspuffmaschine Rechnung getragen ist.

Es ist nun auch leicht, den Dampf- und Wärmeverbrauch der vollkommenen Maschine für 1 PS.-Stunde zu berechnen. Da 1 PS.-Stunde eine Arbeitsleistung von  $75 \cdot 60 \cdot 60$  mkg darstellt und so 1 kg Dampf eine Arbeit von  $L$  mkg leisten kann, so ist der Dampfverbrauch für 1 PS.-Stunde der theoretisch vollkommenen Maschine in Kilogramm:

$$D = \frac{75 \cdot 60 \cdot 60}{L} = \frac{270\,000}{L} \quad 6.$$

Der Wärmeverbrauch für 1 PS.-Stunde der vollkommenen Maschine ist in Wärmeeinheiten:

$$W = D \cdot Q = D(\lambda - q_0) \quad 7.$$

Um den Einfluß der Spannungsgrenzen  $p_a$  und  $p_0$  auf die Größe von  $L$ ,  $\eta_1$ ,  $D$  und  $W$  zur Darstellung zu bringen, sind hier die beiden Tabellen I und II wiedergegeben [3], die unter Benützung der Gleichungen 3.—7. berechnet wurden. Tabelle I gilt für gefättigten Dampf und Auspuff; es ist  $p_0 = 10\,000$  kg/qm = 1 kg/qcm und dementsprechend  $q_0 = 99,6$  W.E.; Tabelle II gilt für gefättigten Dampf und Kondensation. Es ist hierbei  $p_0 = 1000$  kg/qm = 0,1 kg/qcm angenommen, ein Wert, der sich in guten Kondensatoren wirklich erreichen läßt; dementsprechend ist  $q_0 = 45,6$  W.E.

Tabelle I. Gefättigter Dampf und Auspuffbetrieb.

$p_0 = 1$  kg/qcm;  $q_0 = 99,6$  W.E.

$p_a$ in kg/qcm	$L$ in mkg	$AL$ in W.E.	$Q$ in W.E.	$\eta_1$	$D$ in kg/PS.-Stunde	$W$ in W.E./PS.-Stunde
4	23 802	55,61	550,5	0,101	11,31	6246
6	30 804	71,97	555,1	0,130	8,77	4866
8	35 884	83,84	558,2	0,150	7,53	4203
10	39 688	92,73	561,5	0,165	6,80	3820
12	42 865	100,15	563,9	0,178	6,30	3552

Tabelle II. Gefättigter Dampf und Kondensationsbetrieb.

$p_0 = 0,1$  kg/qcm;  $q_0 = 45,6$  W.E.

$p_a$ in kg/qcm	$L$ in mkg	$AL$ in W.E.	$Q$ in W.E.	$\eta_1$	$D$ in kg/PS.-Stunde	$W$ in W.E./PS.-Stunde
4	55 608	129,93	604,5	0,215	4,85	2935
6	61 869	144,56	609,1	0,237	4,37	2658
8	66 364	155,06	612,6	0,253	4,07	2492
10	69 865	163,24	615,5	0,265	3,87	2379
12	72 726	169,92	617,9	0,275	3,71	2294

Aus beiden Tabellen erkennt man, daß die theoretische Arbeitsfähigkeit  $L$  von 1 kg Dampf mit der Höhe der Anfangsspannung  $p_a$  beträchtlich zunimmt; da andererseits die zur Erzeugung von 1 kg Dampf erforderliche Wärmemenge  $Q$  nur sehr langsam mit  $p_a$  wächst, so ergibt sich hieraus der große Nutzen der hohen Anfangsspannungen, der sich am besten in den Werten  $\eta_1$  und  $W$  wieder spiegelt.

Den Einfluß der Auslaßspannung  $p_0$  erkennt man durch den Vergleich der Werte aus Tabelle I mit den Werten der Tabelle II. Der außerordentliche Nutzen, den die Kondensation

des Auslaßdampfes bietet, kommt in den beträchtlich höheren Werten  $\eta_1$  bzw. den beträchtlich kleineren Werten  $W$  der Tabelle II deutlich zum Ausdruck. Immerhin darf nicht übersehen werden, daß der selbst in einer vollkommenen Maschine theoretisch in Arbeit umwandelbare Wärmebetrag nur ein verhältnismäßig geringer ist.

**2. Ueberhitzter Dampf.** Durch die Verwendung überhitzten Dampfes erfährt nun der thermische Wirkungsgrad  $\eta_1$  der vollkommenen Maschine eine gewisse Verbesserung. Nach Fig. 1 erhält man für überhitzten Dampf das theoretische Diagramm  $aegfda$ . Zunächst ist das Volumen  $v_a$  von 1 kg überhitztem Dampf größer als das entsprechende Volumen  $s_a$  bei gesättigtem Dampf. Der Wert  $v_a$  ist von  $p_a$  und der absoluten Dampf-temperatur  $T_a = 273 + t_a$  abhängig. Allgemein kann nach Zeuner [1] gesetzt werden:

$$p v = 50,93 T - 192,5 \sqrt[4]{p} \quad 8.$$

Die Volumenvergrößerung  $be = v_a - s_a$  bedingt nun nach Fig. 1 eine Vergrößerung der theoretischen Arbeitsfähigkeit des Dampfes, die der schraffierten Fläche  $begfcb$  entspricht. Es ist  $eg$  die Adiabate für überhitzten Dampf, für die nach Zeuner [1] gesetzt werden kann:

$$p v^{1,333} = p_1 v_1^{1,333} = \text{konstant} \quad 9.$$

Während der adiabatischen Expansion überhitzten Dampfes nimmt die Ueberhitzung immer mehr ab, bis schließlich in  $g$  der Sättigungszustand erreicht wird. Die Linie  $gf$  in Fig. 1 ist demnach auch eine Adiabate für gesättigten Dampf entsprechend Gleichung 1. Den Sättigungspunkt  $g$  erhält man als Schnittpunkt der Adiabate  $eg$  für erhitzten Dampf mit der Grenzkurve  $bh$ . Letztere Linie gestattet auch durch den Vergleich der beiden Volumenwerte  $v$  und  $s$  für gleiche Spannung  $p$  einen Schluß auf die jeweilige Höhe der Ueberhitzung zu ziehen. Den Sättigungspunkt  $g$  kann man rechnermäßig bestimmen, indem man für seine Koordinaten  $v_s$  und  $p_s$  die beiden Gleichungen 2. und 9. zugleich in Ansatz bringt. Es ergibt sich [3]:

$$v_s = \frac{v_a^{4,96}}{s_a^{3,96}} \quad \text{und} \quad p_s = p_a \left( \frac{v_a}{v_s} \right)^{1,133} \quad 10.$$

Die Arbeit  $L_{\bar{a}}$  in Meterkilogramm, die 1 kg überhitzter Dampf in der vollkommenen Maschine leisten kann, entspricht der Fläche  $aegfda$ . Es ist [3]:

$$L_{\bar{a}} = 4 p_a v_a + 4,407 p_s v_s - p_0 w_{01} \quad 11.$$

Dabei ist das Endvolumen [3]:

$$w_{01} = v_s \left( \frac{p_s}{p_0} \right)^{0,881} \quad 12.$$

Tritt während der Expansion der Sättigungszustand nicht ein, d. h. liefert die Gleichung 10. den Wert  $p_s < p_0$ , so gilt die folgende Gleichung [3]:

$$L_{\bar{a}} = 4 (p_a v_a - p_0 v_0) \quad 11a.$$

Dabei ist:

$$v_0 = v_a \left( \frac{p_a}{p_0} \right)^{0,75} \quad 12a.$$

Nach Mollier [5] kann  $L_{\bar{a}}$  auch annähernd bestimmt werden aus:

$$L_{\bar{a}} = L + 204 \left[ (T_a - T_s) - T_0 \ln \frac{T_a}{T_s} \right] \quad 13.$$

Hierin ist  $L$  durch Gleichung 3. bzw. 4. bestimmt; ferner ist  $T_a$  die absolute Ueberhitzungs-temperatur bei der Anfangsspannung  $p_a$ ;  $T_s$  die zu  $p_a$ , und  $T_0$  die zu  $p_0$  gehörige absolute Sättigungstemperatur.

Die zur Erzeugung von 1 kg überhitztem Dampf in der Kessel- und Ueberhitzeranlage benötigte Wärme ist:

$$Q_{\bar{a}} = Q + c_p (T_a - T_s) \quad 14.$$

Hierbei hat  $Q$  die auf S. 6 angegebene Bedeutung;  $c_p$  ist die mittlere spezifische Wärme des Dampfes für konstanten Druck. Für mäßige Ueberhitzung ( $260^\circ$ ) ist  $c_p = 0,48$ ; für höhere Ueberhitzung ist  $c_p$  größer bis 0,6, doch ist die Abhängigkeit zwischen  $c_p$  und  $T_a$  noch nicht genau bekannt. Der thermische Wirkungsgrad der vollkommenen Maschine wäre für überhitzten Dampf gemäß Gleichung 5.:

$$\eta'_1 = \frac{A L_{\bar{a}}}{Q_{\bar{a}}} \quad 15.$$

Der Dampfverbrauch der vollkommenen Maschine für 1 PS.-Stunde wäre entsprechend Gleichung 6.:

$$D_{\bar{a}} = \frac{270000}{L_{\bar{a}}} \quad 16.$$

Schließlich ist noch der Wärmeverbrauch für 1 PS.-Stunde nach Gleichung 7.:

$$W_{\bar{a}} = D_{\bar{a}} Q_{\bar{a}} = D_{\bar{a}} [\lambda - q_0 + c_p (T_a - T_s)] \quad 17.$$

Die beiden Tabellen III und IV (S. 8) enthalten die nach den Gleichungen 8.—17. berechneten Werte  $L_{\bar{a}}$ ,  $Q_{\bar{a}}$ ,  $\eta'_1$ ,  $D_{\bar{a}}$  und  $W_{\bar{a}}$  für Auspuff- und Kondensationsbetrieb, für verschiedene Anfangsspannungen  $p_a$  und für verschiedene Ueberhitzungstemperaturen  $t_a$ .

Man erkennt sofort, in welchem Maße die Arbeitsfähigkeit  $L_{\bar{a}}$  von 1 kg überhitzten Dampf mit der Ueberhitzungstemperatur  $t_a$  zunimmt und wie sich infolgedessen auch der theoretische Dampfverbrauch  $D_{\bar{a}}$  für 1 PS.-Stunde vermindert. Aber auch der theoretische Wärmeverbrauch  $W_{\bar{a}}$  für 1 PS.-Stunde erfährt mit wachsender Ueberhitzung eine zunehmende Verminderung, was gleichbedeutend mit einer entsprechenden Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades  $\eta'_1$  der vollkommenen Maschine ist. Um diese Einflüsse der Dampfüberhitzung noch besser übersehen zu können, sind die Tabellen V und VI (S. 8) berechnet worden, welche die mit der Ueberhitzung verbundene Verringerung des theoretischen Dampf- und Wärmeverbrauches in Prozenten des Verbrauches bei gesättigtem Dampf wiedergeben.

Tabelle III. Ueberhitzter Dampf und Auspuffbetrieb.  
 $p_0 = 1 \text{ kg/qcm}$ ;  $q_0 = 99,6 \text{ W.E.}$

$p_a$ in kg/qcm		Ueberhitzungstemperatur $t_a$			
		200°	250°	300°	350°
4	$L\bar{a}$	25 538	28 392	31 000	33 985
	$Q\bar{a}$	577,9	601,9	625,9	649,9
	$r'_1$	0,103	0,110	0,116	0,122
	$D\bar{a}$	10,57	9,51	8,71	7,94
	$W\bar{a}$	6 110	5 724	5 451	5 163
6	$L\bar{a}$	32 176	34 628	37 823	41 462
	$Q\bar{a}$	575,3	599,3	623,3	647,3
	$r'_1$	0,131	0,135	0,142	0,150
	$D\bar{a}$	8,39	7,80	7,14	6,51
	$W\bar{a}$	4 828	4 673	4 449	4 215
8	$L\bar{a}$	36 847	39 262	42 429	46 203
	$Q\bar{a}$	573,3	597,3	621,3	645,3
	$r'_1$	0,150	0,154	0,160	0,167
	$D\bar{a}$	7,33	6,88	6,36	5,84
	$W\bar{a}$	4 200	4 108	3 954	3 771
10	$L\bar{a}$	40 445	42 819	45 970	49 743
	$Q\bar{a}$	571,6	595,6	619,6	643,6
	$r'_1$	0,165	0,168	0,173	0,181
	$D\bar{a}$	6,68	6,31	5,87	5,43
	$W\bar{a}$	3 816	3 756	3 639	3 493
12	$L\bar{a}$	43 370	45 714	48 835	52 602
	$Q\bar{a}$	570,2	594,2	618,2	642,2
	$r'_1$	0,178	0,180	0,185	0,191
	$D\bar{a}$	6,23	5,91	5,53	5,13
	$W\bar{a}$	3 550	3 510	3 418	3 296

Tabelle IV. Ueberhitzter Dampf und Kondensationsbetrieb.  
 $p = 0,1 \text{ kg/qcm}$ ;  $q_0 = 45,6 \text{ W.E.}$

$p_a$ in kg/qcm		Ueberhitzungstemperatur $t_a$			
		200°	250°	300°	350°
4	$L\bar{a}$	58 818	62 761	66 776	71 589
	$Q\bar{a}$	631,9	655,9	679,9	703,9
	$r'_1$	0,217	0,223	0,229	0,238
	$D\bar{a}$	4,59	4,30	4,04	3,77
	$W\bar{a}$	2 901	2 822	2 749	2 655
6	$L\bar{a}$	64 298	67 898	72 159	76 931
	$Q\bar{a}$	629,3	653,3	677,3	701,3
	$r'_1$	0,239	0,243	0,249	0,256
	$D\bar{a}$	4,20	3,98	3,74	3,51
	$W\bar{a}$	2 643	2 598	2 534	2 461
8	$L\bar{a}$	68 164	71 710	75 926	80 679
	$Q\bar{a}$	627,3	651,3	675,3	699,3
	$r'_1$	0,255	0,257	0,263	0,270
	$D\bar{a}$	3,96	3,77	3,56	3,35
	$W\bar{a}$	2 485	2 452	2 401	2 340
10	$L\bar{a}$	71 141	74 632	78 822	83 564
	$Q\bar{a}$	625,6	649,6	673,6	697,6
	$r'_1$	0,266	0,268	0,273	0,280
	$D\bar{a}$	3,80	3,62	3,43	3,23
	$W\bar{a}$	2 374	2 350	2 307	2 254
12	$L\bar{a}$	73 565	77 017	81 165	85 894
	$Q\bar{a}$	624,2	648,2	672,2	696,2
	$r'_1$	0,276	0,278	0,282	0,288
	$D\bar{a}$	3,67	3,51	3,33	3,14
	$W\bar{a}$	2 291	2 272	2 236	2 188

Durch Dampfüberhitzung veranlaßte Verminderung des theoretischen Dampf- und Wärmeverbrauches in Prozenten des Verbrauches beim gefügigten Dampf.

Tabelle V. Auspuffbetrieb.

$p_a$ in kg/qcm		Ueberhitzungstemperatur $t_a$			
		200°	250°	300°	350°
4	$D\bar{a}$	6,5	15,9	23,0	29,8
	$W\bar{a}$	2,2	8,4	12,7	17,4
6	$D\bar{a}$	4,3	11,1	18,6	25,8
	$W\bar{a}$	0,8	4,0	8,6	13,4
8	$D\bar{a}$	2,7	8,6	15,5	22,4
	$W\bar{a}$	0,1	2,3	5,9	10,3
10	$D\bar{a}$	1,8	7,2	13,7	20,1
	$W\bar{a}$	0,1	1,7	4,7	8,6
12	$D\bar{a}$	1,1	6,2	12,2	18,6
	$W\bar{a}$	0,1	1,2	3,8	7,2

Tabelle VI. Kondensationsbetrieb.

$p_a$ in kg/qcm		Ueberhitzungstemperatur $t_a$			
		200°	250°	300°	350°
4	$D\bar{a}$	5,4	11,4	16,7	22,2
	$W\bar{a}$	1,2	3,9	6,3	9,6
6	$D\bar{a}$	3,9	8,9	14,4	19,7
	$W\bar{a}$	0,6	2,3	4,7	7,4
8	$D\bar{a}$	2,7	7,4	13,5	17,7
	$W\bar{a}$	0,3	1,6	3,7	6,1
10	$D\bar{a}$	1,8	6,5	11,4	16,5
	$W\bar{a}$	0,2	1,2	3,0	5,2
12	$D\bar{a}$	1,1	5,4	10,3	15,7
	$W\bar{a}$	0,1	1,0	2,5	4,6

Aus den Tabellen V und VI ist zunächst zu ersehen, daß die Dampferparnis stets erheblich größer als die Wärmeersparnis ist. Dies erklärt sich aus der Tatsache, daß 1 kg überhitzter Dampf zu seiner Erzeugung eine merklich größere Wärmemenge erfordert als 1 kg gefügigter Dampf, was sich aus dem Vergleich der Werte  $Q\bar{a}$  der Tabellen III und IV mit den Werten  $Q$  der Tabellen I und II sofort ergibt. Hieraus folgt aber, daß der geringere Dampfverbrauch einer mit überhitztem Dampf arbeitenden Maschine an sich noch kein Beweis für den vorteilhafteren Betrieb ist; maßgebend kann in dieser Hinsicht nur der geringere Wärme- bzw. Brennstoffverbrauch sein.

Die Verminderung des Dampf- und Wärmeverbrauches ist nach den Tabellen V und VI bei höheren Ueberhitzungstemperaturen größer als bei niederen, bei niederen Dampfspannungen größer als bei höheren und beim Auspuffbetrieb größer als beim Kondensationsbetrieb. Wichtig ist vor allen Dingen aber der Umstand, daß die Verringerung des Wärmeverbrauches, auf den es doch im wesentlichen allein ankommt, bei höheren Spannungen und mäßiger Ueberhitzung fast gleich Null ist. Selbst bei der höchsten üblichen Ueberhitzung auf etwa 350° beträgt die Ersparnis bei Spannungen von 10–12 kg/qcm nur etwa 5% bei Kondensation und etwa 8% bei Auspuff. Dieses Ergebnis der Theorie der vollkommenen Dampfmaschine steht indeffen nicht völlig im Einklang mit den Erfahrungen, die man bezüglich der Wärme- und Brennstoffersparnis an

ausgeführten Maschinen mit der Dampfüberhitzung gemacht hat. Selbst bei mäßiger Ueberhitzung bis zu etwa 250° sind in Wirklichkeit Wärmeersparnisse bis zu 20% und darüber durch Ueberhitzung festgestellt worden. Dies rührt daher, daß der Dampf- und Wärmeverbrauch der wirklichen Maschine stets größer als der in den Tabellen I—IV angegebene theoretische Dampf- und Wärmeverbrauch der vollkommenen Maschine ist. Zum theoretischen Dampfverbrauch der vollkommenen Maschine treten bei der wirklichen Maschine noch Dampfverluste, von denen der durch den Wärmeaustausch zwischen Dampf und Wandung veranlaßte der bedeutendste ist. Durch die Dampfüberhitzung wird nun nicht nur der theoretische Dampfverbrauch der vollkommenen Maschine, sondern auch der Dampfverlust der wirklichen Maschine günstig beeinflußt, wie dies unter B. ausführlich dargelegt werden wird. Die in den Tabellen I—VI niedergelegten Werte der vollkommenen Maschine behalten natürlich auch gegenüber den tatsächlichen Verhältnissen der wirklichen Maschine ihre Bedeutung, denn sie ermöglichen in jedem Falle festzustellen, inwieweit bei der tatsächlichen Verringerung des Dampf- und Wärmeverbrauchs einerseits eine Verbefferung der theoretischen Verhältnisse der vollkommen gedachten Maschine, andererseits eine Verminderung des Dampfverlustes der wirklichen Maschine mitgewirkt hat.

### B. Die Dampf- und Wärmeverluste.

Die Wandung des Dampfzylinders nimmt beim Beharrungszustande der Maschine eine nahezu konstante Temperatur an, die zwischen der Temperatur des Einlaßdampfes und derjenigen des Auslaßdampfes liegt. Der Füllungsampf trifft daher im Zylinder auf Flächen mit geringerer Temperatur, so daß Wärme vom Dampf auf die Wandung übertritt. Handelt es sich um gesättigten Dampf, so ist mit diesem Vorgange notwendigerweise eine Kondensation verbunden. Die Wasserbildung dauert auch im ersten Teile der Expansion an. Erst gegen Hubende, wenn infolge der Expansion Druck und Temperatur des Arbeitsdampfes entsprechend weit gesunken sind, kann von der jetzt heißeren Wandung Wärme an den Dampf zurückgegeben und das niedergeschlagene Wasser teilweise wieder verdampft werden. Man nennt die Wasserbildung im ersten Hubteil die Anfangs- oder Eintrittskondensation und das Wiederverdampfen des Wassers im Zylinder das Nachdampfen. Ein nennenswerter Nutzen ist mit dem Nachdampfen am Hubende nicht verbunden, denn die geringe Erhöhung des Druckes gegenüber einer Expansion ohne Nachdampfen ist belanglos. Der durch die Eintrittskondensation veranlaßte Wärmeverlust erfährt also keine bemerkenswerte Einschränkung. Wohl aber kann das Nachdampfen erheblich nachteilig wirken, wenn es vorwiegend während des nächsten Hubes, also während des Auslaufes, erfolgt. Nicht allein, daß infolge der beim Auslaß bedeutenden Temperaturdifferenz zwischen Wandung und Dampf der Wärmeübergang an den Auslaßdampf bedeutend ist, es wird auch durch das Nachdampfen der Gegendruck im Zylinder erhöht. Dieser Nachteil kann besonders empfindlich bei Kondensationsdampfmaschinen auftreten, indem das Vakuum im Zylinder gegenüber dem Vakuum im Kondensator durch das Nachdampfen beträchtlich verschlechtert wird. — Zur Verringerung dieser Dampf- und Wärmeverluste kommen beim gesättigten Dampfe hauptsächlich zwei Hilfsmittel zur Anwendung:

1. Die Heizung des Zylinders durch einen Dampfmantel (s. Bd. 2, S. 596);
2. die Verbundwirkung, d. h. die nacheinander erfolgende Expansion ein und derselben Dampfmenge in mehreren Zylindern (s. Bd. 2, S. 603, unter b, Mehrfachexpansionsmaschinen).

Durch die Mantelheizung wird die Temperatur der Zylinderwandung erhöht, die Temperaturdifferenz zwischen Eintrittsdampf und Wandung vermindert und die Zeit bis zum Eintritt der Temperaturgleichheit entsprechend abgekürzt. Die Eintrittskondensation wird daher durch den Dampfmantel tatsächlich verkleinert, doch steht dem ein gewisser Dampfverbrauch der Mantelheizung gegenüber. Ein Gewinn ist nur dann vorhanden, wenn die Verminderung der Eintrittskondensation größer als der Verbrauch an Dampf im Mantel ist, was nicht unter allen Umständen zuzutreffen braucht; im allgemeinen ist aber der Dampfmantel bei gesättigtem Dampf nützlich.

Auch die Verbundwirkung bezweckt im wesentlichen eine Verringerung der Eintrittskondensation, indem durch die mehrmalige Expansion in getrennten Räumen für jeden einzelnen Zylinder ein geringeres Temperaturgefälle des Arbeitsdampfes und damit auch eine geringere Temperaturdifferenz zwischen Eintrittsdampf und Wandung erreicht wird. Obwohl durch die Hinzufügung eines oder mehrerer Zylinder die gesamte Abkühlungsfläche der Verbundmaschine gegenüber der gleich starken Einzylindermaschine erheblich vergrößert wird, fallen die Abkühlungsverluste infolge der erwähnten günstigeren Temperaturverhältnisse der Verbundmaschine doch erfahrungsmäßig erheblich geringer aus.

Ein drittes Hilfsmittel zur Verringerung der Eintrittskondensation ist nun der Dampfmaschine in der Anwendung überhitzten Dampfes erfinden. Zwar wird durch die Ueberhitzung die Temperaturdifferenz zwischen Eintrittsdampf und Wandung erhöht, trotzdem tritt aber aus folgenden zwei Gründen eine Verminderung der Eintrittskondensation ein:

1. Der überhitzte Dampf ist ein erheblich schlechterer Wärmeleiter als gesättigter Dampf. Der überhitzte Dampf gibt daher in sich die Wärme schwer weiter; aber auch der Widerstand beim Uebergang der Wärme vom überhitzten Dampf auf die Wandung des Zylinders ist beträchtlich größer als beim gesättigten Dampf. Der überhitzte Dampf ist deshalb auch zu Heizzwecken nicht gut geeignet.

2. Der überhitzte Dampf kann eine gewisse Wärmemenge, die Ueberhitzungswärme  $c_p(T_a - T_s)$  (s. Gl. 14., S. 7), abgeben, ohne zu kondensieren. Durch die Wärmeentziehung seitens der Wandung wird der überhitzte Füllungsampf zwar abgekühlt, seine Temperatur wird sich vermindern, doch wird er nicht kondensieren, sofern nur die Ueberhitzung eine ausreichend hohe ist. Die Wasserbildung während der Füllung läßt sich demnach vollständig beseitigen. Während der folgenden Expansion ist dies nicht ganz zu erreichen. Schon in der vollkommenen

Maschine tritt nach der vorher unter A. entwickelten Theorie während der Expansion des überhitzten Dampfes der Sättigungszustand durch Arbeitsleistung ein (Punkt *g* in Fig. 1). Infolge der Wärmeabgabe an die Wandung wird in der wirklichen Maschine der Sättigungszustand natürlich entsprechend früher als nach dem theoretischen Diagramm Fig. 1 eintreten müssen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß selbst bei verhältnismäßig hoher Ueberhitzung aber kleiner Füllung der Sättigungspunkt gleich am Anfang der Expansion eintritt. Nur bei hoher Ueberhitzung und großer Füllung wird der Sättigungspunkt erst in der zweiten Hubhälfte erreicht. Aber auch bei frühzeitig eintretendem Sättigungszustand wird die Wasserbildung im Zylinder nur klein sein, weil sehr bald Gleichheit von Dampf- und Wandungstemperatur erreicht wird. Mit der Verminderung der Niederschläge verkleinert sich auch in entsprechender Weise der schädliche Einfluß des Nachdampfens. Nur hierdurch kann die oft durch Versuche festgestellte bedeutende Verminderung des Wärmeverbrauches der Heißdampfmaschine gegenüber der Satt-dampfmaschine erklärt werden. Andererseits muß daraus aber auch gefolgert werden, daß die Ersparnisse, die durch Anwendung von Heißdampf erreicht werden können, um so kleiner ausfallen werden, je geringer die Wärmeverluste der betreffenden Satt-dampfmaschine sind, d. h. je vollkommener dieselbe gebaut ist. Bei einer mit hochgespanntem Dampf arbeitenden, vorzüglich konstruierten, sorgfältig ausgeführten und gewarteten Dreifachexpansionsdampfmaschine ist daher bei Einführung von Heißdampf auf eine geringere Wärmeersparnis zu rechnen als bei wenig gut gebauten und weniger gut erhaltenen Einzylindermaschinen.

### C. Bau der Heißdampfmaschinen.

Die höchste Ueberhitzung, die eine bisher mit gesättigtem Dampfe gespeiste Maschine gerade noch verträgt, ist nach Bauart und Betriebszustand der Maschine sehr verschieden; es empfiehlt sich, die Temperatur im Betriebe nur allmählich zu erhöhen, der Maschine also Zeit zum Einlaufen zu lassen. Maschinen mit nicht entlasteter Schiebersteuerung oder mit weichen Stopfbüchsenpackungen vertragen keine nennenswerte Ueberhitzung. Für hohe Ueberhitzung kommen als Steuerorgane nur entlastete Ventile oder entlastete einfache Kolbenschieber und für die Stopfbüchsen nur bewegliche Metallpackungen in Frage. Dabei ist sowohl bei Ventilen als auch bei Kolbenschiebern daran zu erinnern, daß eine befriedigende Dichtheit dieser Organe nur bei bestimmten Temperaturverhältnissen möglich ist. Ventile oder Kolbenschieber, die bei 350° gut dichten, werden dies bei 150° nicht mehr in gleicher Güte bewirken. Deshalb ist auch bei der Ausführung vergleichender Versuche mit Heißdampf und Satt-dampf an ein und derselben Maschine besondere Voricht nötig, da die Maschine ohne besondere Vorbereitung gewöhnlich nur für den einen Betriebsfall den günstigsten Betriebszustand besitzen kann.

Bei der Formgebung der Schieber und Ventile ist auf möglichst gleichmäßige Verteilung des Materials zu achten. Materialanhäufungen in der Form von Rippen, Verstärkungsringen u. dergl. sind möglichst zu vermeiden, da hierdurch infolge ungleichmäßiger Erwärmung leicht Verformungen der betreffenden Teile eintreten könnten. Aus demselben Grunde sind ineinander gebaute Doppelkolbenschieber zur Steuerung von Heißdampfmaschinen nicht zu gebrauchen, da bei denselben leicht Klemmungen in den Gleitflächen eintreten würden. Man verwendet entweder nur einen einfachen Kolbenschieber für Ein- und Auslaß oder wie bei der Maschine Fig. 5—10 zwei für Ein- und Auslaß getrennte einfache Kolbenschieber oder endlich nach Dörfel zwei nebeneinander liegende Kolbenschieber, Fig. 2, von denen der eine (Fig. 2 rechts) als Verteilungsschieber, der andre (Fig. 2, links) als Expansionschieber dient; der letztere wird durch einen Achsenregler beeinflusst. Der Expansionschieber, Fig. 2, zeigt dort, wo die Rippen an den Mantel anschließen, Eindrehungen, so daß das Hervorquellen des Materials bei der Erwärmung an diesen Stellen keine Nachteile verursacht. Auch bei der Formgebung der übrigen Maschinenteile, insbesondere des Zylinders, sind dieselben Rückichten auf die Wärmedehnungen zu nehmen.

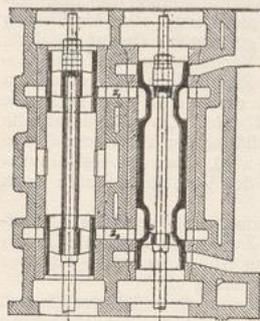


Fig. 2. Kolbenschiebersteuerung für Heißdampf nach Dörfel.

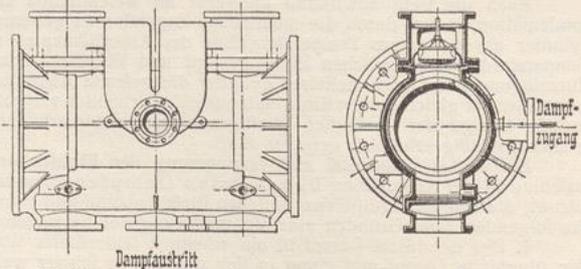


Fig. 3 und 4. Heißdampfzylinder der Afcherslebener Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. W. Schmidt & Co.

Die Fig. 3 und 4 zeigen einen Heißdampfzylinder nach der Ausführung der Afcherslebener Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. W. Schmidt & Co. (D.R.P.). Um dem Zylinder die erforderliche Ausdehnung zu ermöglichen, ohne daß sich Nachteile für die Steuerung ergeben, sind die Einlaßventile in getrennte Kästen eingebaut, die durch ein vom Zylinder unabhängiges federndes Rohr mit der Dampfleitung in Verbindung stehen. Die Ventiltitze erhalten eine derartige Form, daß sie möglichst allseitig vom Dampfe umspült werden (D.R.P.); sie können daher die gleiche Temperatur wie die Ventile annehmen, so daß

Temperaturänderungen auf die Dichtheit der Ventile einen weniger ungünstigen Einfluß ausüben. Der Dampfmantel wird bei hoher Ueberhitzung stets weggelassen, da er hier eher schädlich als nützlich ist. Nur am Nieder- oder Mitteldruckzylinder von Verbundmaschinen benutzt man den Dampfmantel, wenn eine Zwischenüberhitzung des vom Hochdruckzylinder abströmenden Dampfes nicht erfolgt.

Die Stopfbüchsen der Kolbenstange sind möglichst weit vom Deckel anzuordnen; man verfenke dieselben also nicht in tiefe oder geheizte Deckel. Die Fig. 5 und 6 zeigen eine Stopfbüchse mit beweglicher Metallpackung (D.R.P. Nr. 112020 der Crimmitschauer Maschinenfabrik), die sich für Heißdampf sehr gut bewährt hat.

Gegen die Grundbüchse *a* des Stopfbüchsenkörpers *o* wird eine Absteifscheibe *b* gelegt, die durch das Einfatzrohr *d* dampfdicht angepreßt wird. Dies geschieht durch Anziehen der im Stopfbüchsenkörper *o* befestigten Schrauben *f*, wobei jedoch zwischen *d* und den Muttern der Schrauben *f* noch die Ringkammer *e* liegt, die gegen das Einfatzrohr *d* angepreßt wird. Dieses ist am inneren Ende ausgedreht; in diese Kammer wird ein Ring *c* aus Weißmetall oder Gußeisen eingesetzt, der sich möglichst dicht gegen die Kolbenstange legt. Dem Ring *c* werden dabei radiale Bewegungen gestattet, falls die Kolbenstange sich nicht genau zentral führen sollte. Während die Absteifscheibe *b* einen vollständigen Dampfabschluß nach der Außenfläche des Einfatzrohres *d* hin bewirkt, veranlaßt der Ring *c* einen gewissen, wenn auch nicht vollständigen Dampfabschluß nach der Innenfläche des Einfatzrohres. Das Einfatzrohr *d* selbst hat den Zweck, den hauptsächlich abdichtenden Teil, das System der Spannringe, möglichst weit vom Zylinderdeckel entfernt zu verlegen, wo die Temperatur der einzelnen Teile vom Arbeitsdampf nicht mehr direkt beeinflußt werden kann und infolgedessen entsprechend niedrig ist. Die Ringkammer *e* umschließt das aus den Ringen *h*, *i*, *k* und *l* bestehende Ringsystem. Der äußere Ring *h* legt sich in einer Kugelfläche gegen die Ringkammer; er hat den Zweck, dem Ringsystem eine gewisse Beweglichkeit mit der Kolbenstange gegen die festliegende Ringkammer *e* zu ermöglichen. Der Ring *h* ist daher ebenso wie der folgende Ring *i* etwas weiter als die Kolbenstange ausgedreht. Die Dichtung wird von den drei engangliegenden Ringen *k* gebildet. Die Konstruktion derselben ist aus Fig. 6 ersichtlich. Der innere Teil ist aus Weißmetall oder Gußeisen und an einer Seite aufgeschlitzt, um ein dichtes Anpressen an die Kolbenstange zu ermöglichen. Die Schlitzstellen sind bei den aufeinander folgenden Ringen versetzt. Der innere Ring wird von einem äußeren, ebenfalls einseitig offenen Ringe umschlossen, der durch die Schraube *n* unter Mitwirkung zweier Federn zusammengepreßt wird. Durch eingefetzte Stifte ist Sorge getragen, daß sich der Kernring nicht gegen den äußeren Ring verdrehen kann, ebenso ist eine Verdrehung der aufeinander folgenden Ringe gegeneinander verhindert. Das Ringsystem wird unter Vermittlung des Druckringes *l* durch die Spannung der Federn *m* zusammengehalten. Die Anwendung von Federn an dieser Stelle macht nicht nur die Zusammenpressung der Ringe ganz unabhängig von den Schrauben *f*, es wird auch die Beweglichkeit des ganzen Ringsystems erhöht. Da die Ringkammer *e* mit dem Zylinderdeckel fest verschraubt wird, so ist

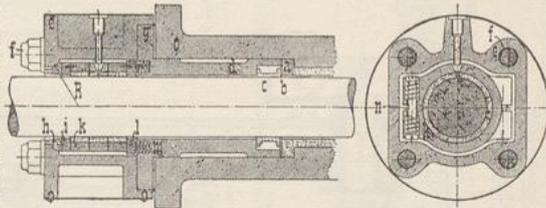


Fig. 5 und 6. Stopfbüchse mit beweglicher Metallpackung für Heißdampf von der Crimmitschauer Maschinenfabrik.

es bei den hintereinander liegenden Zylindern von Tandemmaschinen auch möglich, die durchgehende Kolbenstange durch ein zweiteiliges Rohr zu schützen. Diese Verkleidung verhindert nicht nur die Wärmeausstrahlung der Kolbenstange, sie beeinflußt auch die Dampflosigkeit. Um noch den Durchgang verflüchtigen Dampfes zwischen die Flanchflächen von *d* und *e* zu verhindern, wird zwischen diese Teile einerseits und dem Stopfbüchsenkörper *o* andererseits ein kupferner Dichtungsring *g* eingelegt, der durch die Schrauben *f* mit angezogen wird.

Besondere Rücksicht verlangt auch die Konstruktion des Dampfkolbens. W. Schmidt, dem es zuerst gelang, betriebsfähige Heißdampfmaschinen für 350–400° zu bauen, wandte dabei einen einfach wirkenden Tauchkolben nach Art der Gasmotoren an. Die Fig. 7–10 (S. 12) geben eine zweizylindrige, einfach wirkende Heißdampfmaschine Schmidtscher Bauart nach der Ausführung von J. E. Christoph in Niesky wieder. Um die Kolbenringe der Einwirkung der größten Hitze zu entziehen, ist der Kolben entsprechend weit verlängert. Bei einfach wirkender Bauart kommt auch die Stopfbüchse der Kolbenstange in Wegfall. — Es ist *a* die Dampfzuleitung, *b* das Absperrventil, *c* ein Thermometer, *d* der Einlaßschieber für beide Zylinder, *e*<sub>1</sub> der Dampfkanal für Zylinder I, *e*<sub>2</sub> der Dampfkanal für Zylinder II, *f* der Auslaßschieber für beide Zylinder, *g* die Dampfableitung.

Eine einfach wirkende Verbundheißdampfmaschine Schmidtscher Bauart, ausgeführt von der Afscherslebener Maschinenbau-Aktiengesellschaft, zeigen die Fig. 11–15 (S. 13). Es ist *H* der Hochdruckzylinder, *R* der Aufnehmer, *N* der Niederdruckzylinder, *a* Absperrventil, *b* Steuereinlaßventil von *H*, *c* Auslaßventil von *H*, *d* Einlaßventil von *N* und *e* Auslaßventil von *N*. Die Wirkungsweise dieser eigentümlichen Maschine ist folgende:

Erster Hub. Der Heißdampf tritt durch das Absperrventil *a* und das Einlaßventil *b* in den Hochdruckzylinder ein; es findet Füllung und Expansion statt. Kurz vor dem Hubwechsel wird durch Oeffnung des Auslaßventils *c* die Vorausströmung eingeleitet, so daß sich die Spannung im Hochdruckzylinder mit der Aufnehmer Spannung ausgleichen kann (obere Linie des Hochdruckdiagramms, Fig. 16, S. 14).

Zweiter Hub. Der Kolben bewegt sich zurück und drückt den Dampf durch das Ventil *c* aus *H* in den Aufnehmer *R*. Das Einlaßventil *d* für den Niederdruckzylinder *N*, der durch den ringförmigen Raum zwischen großen und kleinen Kolben gebildet wird, bleibt bei diesem Hube geschlossen. Da sich das Dampfvolument während dieses Vorganges vergrößert, muß die Spannung abnehmen. Kurz vor dem Hubwechsel wird das Auslaßventil *e* im Hochdruckzylinder geschlossen, um Kompressionsdampf für den letzteren zurückzubehalten. Das

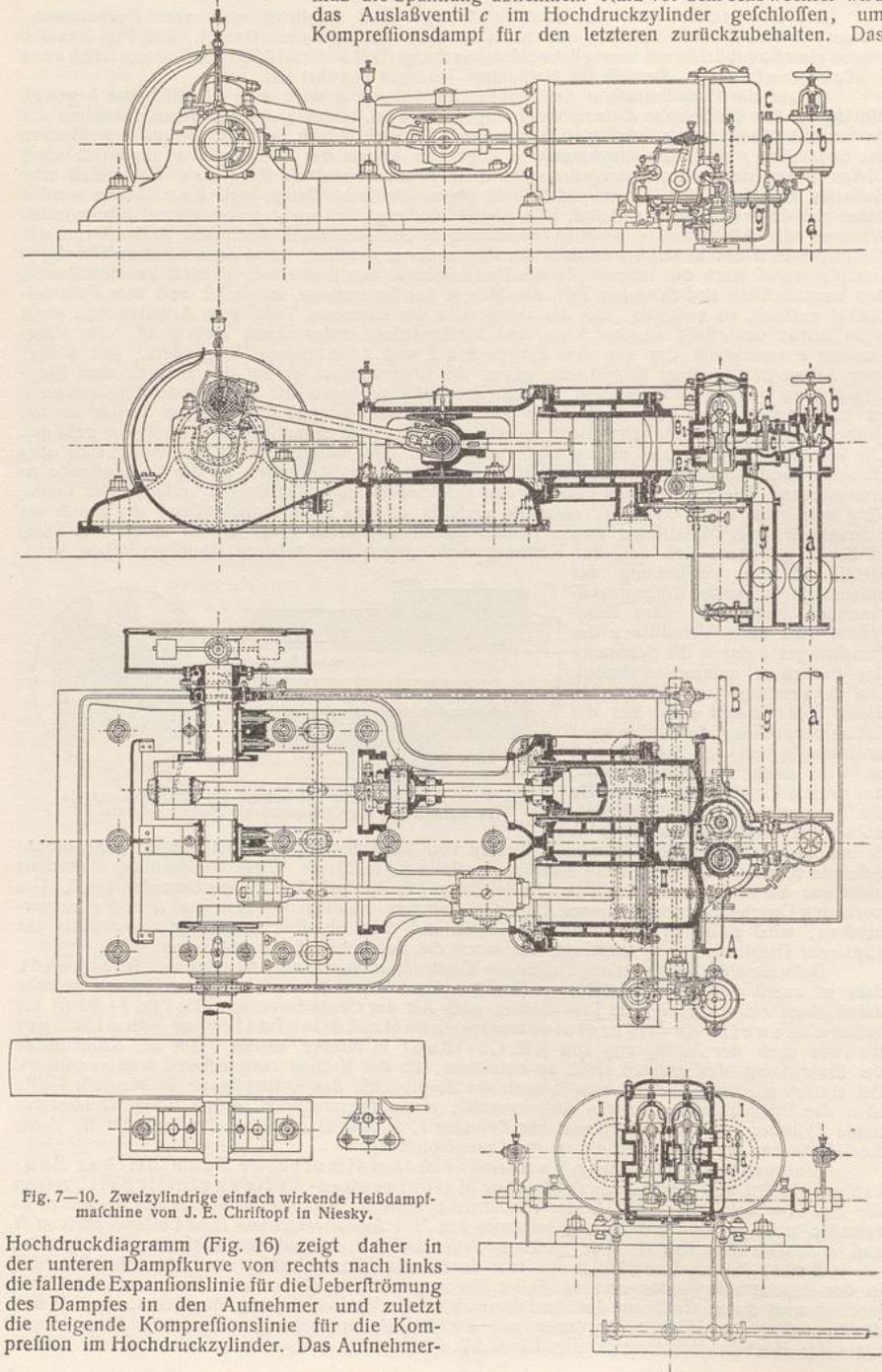


Fig. 7—10. Zweizylindrige einfach wirkende Heißdampfmaschine von J. E. Christopf in Niesky.

Hochdruckdiagramm (Fig. 16) zeigt daher in der unteren Dampfkurve von rechts nach links die fallende Expansionslinie für die Ueberströmung des Dampfes in den Aufnehmer und zuletzt die steigende Kompressionslinie für die Kompression im Hochdruckzylinder. Das Aufnehmer-

Fig. 11—15. Einfach wirkende Tandemverbundheißdampfmaschine der Aicherslebener Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. W. Schmidt & Co.

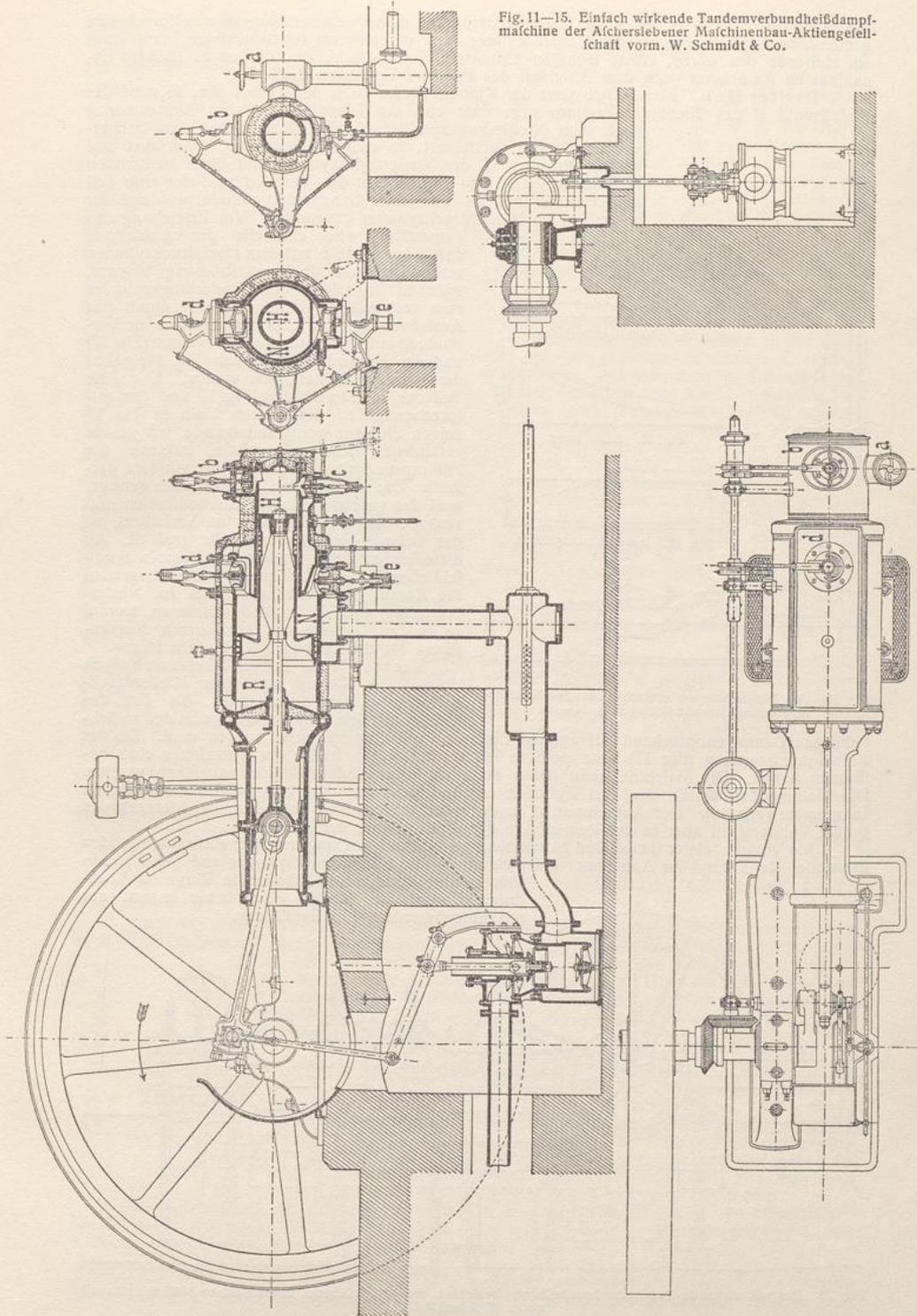


diagramm Fig. 17 zeigt in der oberen Linie wiederum die dem Hochdruckdiagramm entsprechende gemeinsame Expansionskurve der Ueberströmung, nur in größerem Kräftemaßstabe, und dann am Hubende das kurze, etwas schneller abfallende Kurvenstück, das die etwas stärkere Expansion im Aufnehmer nach dem Abschluß des Hochdruckzylinders darstellt.

Dritter Hub. Bewegt sich jetzt der Kolben wieder nach der Kurbel hin, so wird das Einlaßventil *d* des Niederdruckzylinders geöffnet und der Dampf strömt vom Aufnehmer *R* nach dem Niederdruckzylinder *N*. Da sich hierbei das Gesamtvolumen etwas verkleinert, so muß die Spannung, wenn auch nur wenig, steigen. Ist der Niederdruckzylinder auf einer bestimmten Hubstrecke gefüllt, so schließt sich das Ventil *d* und der eine Teil des Dampfes muß im Aufnehmer komprimiert werden, während der andre Teil im Niederdruckzylinder expandiert. Vor Erreichung des

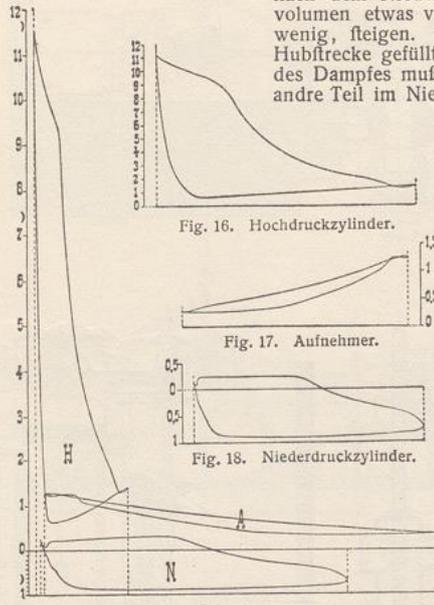


Fig. 16—19. Diagramme zur einfach wirkenden Tandemverbundheißdampfmaschine (Fig. 11—15).

behaltene Dampf entsprechend der unteren Linie im Aufnehmerdiagramm (Fig. 17) eine positive Fläche liefert, so leistet der Aufnehmer eine bestimmte Arbeit. Die Maschine kann daher auch als Dreizylindermaschine angesehen werden. Die Volumenverhältnisse der drei Zylinder ergeben sich aus den Längen der rankinisierten Diagramme (Fig. 19). Der Aufnehmer, d. h. der veränderliche Teil desselben, hat hiernach das größte Volumen, ist aber in der Reihenfolge der drei Zylinder der zweite.

Als Vorteile dieser Bauart sind zu nennen: gleichförmiger Gang trotz der einfach wirkenden Bauweise; der Dampf im Aufnehmer heizt einerseits den Niederdruckzylinder und kühlt andererseits infolge des hohlen Kolbens die Ringe im Hochdruckzylinder; die einzige Stopfbüchse kommt nur mit Aufnehmerdampf in Berührung.

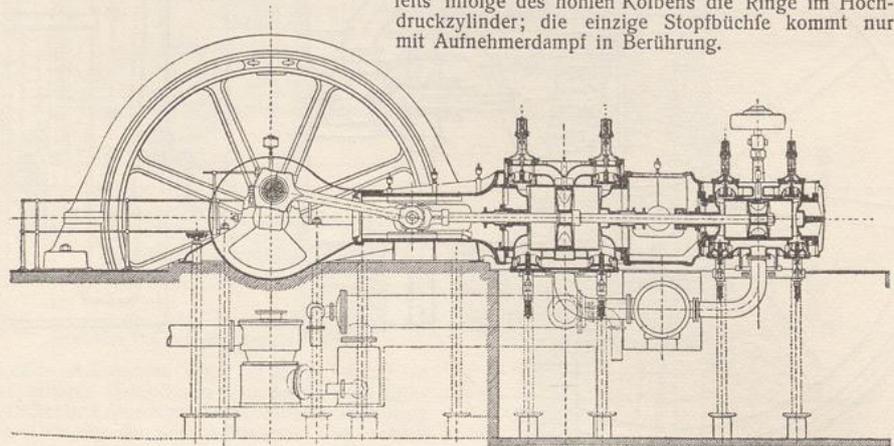


Fig. 20. Doppelt wirkende Tandemverbundheißdampfmaschine der Afcherslebener Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. W. Schmidt & Co.

Die Nachteile der einfach wirkenden Bauart (vgl. Bd. 2, S. 597, unter A) der Heißdampfmaschine führten sehr bald dazu, auch die doppelt wirkende Bauart für hohe Ueberhitzung zu erproben; es zeigte sich, daß mit geringen Abänderungen (längerer Kolben u. f. w.) die doppelt wirkende Maschine sehr gut auch für die höchsten üblichen Temperaturen ( $350^{\circ}$ ) brauchbar ist. Sehr beliebt ist hierbei die liegende Tandemmaschine (Fig. 20) geworden.

Erwähnt sei hier noch die von W. Schmidt für doppelt wirkende Maschinen angegebene Füllungsüberhitzung. Für die Erhaltung guter Gleitflächen im Zylinder ist es wünschenswert, daß die Kolbenringe möglichst in der Sättigungszone arbeiten. Der Kolben wäre demnach nach beiden Seiten über die Kolbenringe hinaus genügend weit zu verlängern. Nun ist aber der Eintritt der Sättigung im Zylinder bei gleicher Anfangsspannung und Anfangstemperatur abhängig von der Füllung. Die Sättigung tritt um so später ein, je größer die Füllung ist. Bei sehr großen Füllungen würden demnach die Kolbenringe noch in der Ueberhitzungszone arbeiten müssen. Um dies zu verhindern, müßte man die Ueberhitzungstemperatur erniedrigen. Nach dem Prinzip der Füllungsüberhitzung soll nun die Regelung der Anfangstemperatur im Verhältnis zur Füllung stets so erfolgen, daß der Sättigungszustand immer möglichst an derselben Stelle eintritt, so daß die Sättigungszone ihre Größe nahezu behält. Bei sehr kleinen Füllungen bis 15 und 20% kann nach den gemachten Erfahrungen die volle Ueberhitzung von rund  $350^{\circ}$  C. angewandt werden. Steigt die Füllung, so muß die Ueberhitzungstemperatur erniedrigt werden, was in sehr verschiedener Weise erfolgen kann. Die Temperatur am Kessel wird in der Regel möglichst in gleicher Höhe von  $350-380^{\circ}$  gehalten. Bei einzylindrigen Maschinen ist es dann am einfachsten, die Eintrittstemperatur dadurch herabzusetzen, daß man dem überhitzten Dampf gefättigten zumischt. Zu diesem Zwecke ist eine direkte Zuleitung vom Kessel vorhanden, die durch ein vom Regler beherrschtes Ventil abgeschlossen wird. Solange die Füllung weniger als 20% beträgt, wird nur überhitzter Dampf verwendet. Steigt die Füllung, so beginnt der sich herablenkende Regler das Ventil der Naßdampfleitung zu öffnen, so daß um so mehr Kühldampf zum Heißdampf tritt, je größer die Füllung wird. Bei tiefter Lage des Reglers wird dann zur einen Hälfte mit Heißdampf, zur andern mit gefättigtem Dampfe gearbeitet.

Bei Verbundmaschinen verwendet man die überschüssige Wärme zur Ueberhitzung des Aufnehmerdampfes. In die Hauptdampfleitung ist eine vom Regler beeinflusste Drosselklappe eingeschaltet. Bei kleinen Füllungen ist dieselbe ganz geöffnet, so daß der Dampf unmittelbar in den Hochdruckzylinder einströmt, bei größeren Füllungen schließt sie sich und zwingt den Dampf, ein Abzweigerohr zu passieren, das zu einem Heizrohrsystem führt, das in den Aufnehmer eingebaut ist. Je größer die Füllung ist, um so mehr muß der Dampf dieses Rohrsystems passieren und seine Ueberhitzungswärme an den Aufnehmerdampf abgeben, bevor er in den Hochdruckzylinder eintreten kann. Diese Ausführungsart besitzt demnach noch den Vorteil einer Zwischentüberhitzung.

Literatur: [1] Zeuner, Technische Thermodynamik, Bd. 2: Die Lehre von den Dämpfen, Leipzig 1901. — [2] Hrabák, J., Theorie und praktische Berechnung der Heißdampfmaschinen, Berlin 1904. — [3] Herre, O., Anwendung des überhitzten Dampfes im Dampfmaschinenbetriebe, Mittweida 1899. — [4] Schenkel, Der überhitzte Dampf, Wien 1897. — [5] Mollier, R., Ueber die Beurteilung der Dampfmaschine, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 685; vgl. a. die Literaturangaben unter Dampfmaschinen, Bd. 2, S. 609 u. 610. O. Herre.

### Heißlaufen, f. Warmlaufen.

**Heißluftmaschinen** (kalorische Maschinen, Luftexpansionsmaschinen, Heißluft-, Luftmotoren) dienen dazu, die Spannung erwärmter Luft arbeitsverrichtend nutzbar zu machen. Dadurch, daß gespannte Luft in einen Zylinder tritt und sich ausdehnt, treibt sie einen Kolben arbeitsverrichtend vor sich her. — Man unterscheidet geschlossene, offene und Feuerluftmaschinen.

**Geschlossene Maschinen.** Bei jedem Doppelhub, während jeder Umdrehung, wird eine abgeschlossene Luftmenge abwechselnd erwärmt und abgekühlt: in der Erwärmungsperiode dehnt sich die Luft aus und überträgt durch den Kolben Arbeit auf die Welle, während der Abkühlungszeit wird sie mit Hilfe der lebendigen Kraft des Schwungrades verdichtet. Der Unterschied zwischen Expansions- und Kompressionsarbeit ist die indizierte Leistung der Maschine. Die geschlossenen Maschinen bedürfen des Kühlwassers.

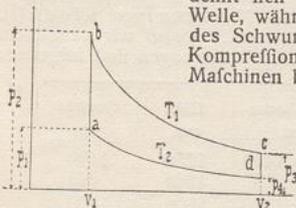


Fig. 1.

**Offene Maschinen** werden bei jeder Umdrehung mit einer neuen Menge erhitzter Luft gefüllt und stoßen dieselbe aus, sobald sie ihre Arbeit verrichtet hat. Sie gebrauchen also kein Kühlwasser, dafür aber eine Luftpumpe.

**Feuerluftmaschinen** sind offene Maschinen, bei denen die Verbrennung nicht in einer offenen Feuerung, sondern in einem luftdicht abgeschlossenen Raume vor sich geht. An Stelle der Betriebsluft treten die Feuergase. Die Maschinen bestehen also aus Pumpe, Ofen und Arbeitszylinder.

Die geschlossene Heißluftmaschine entspricht also der Dampfmaschine mit Oberflächenkondensation, die offene der Auspuffmaschine. Der ersteren liegt der Kreisprozeß Fig. 1, der letzteren derjenige, welchen Fig. 2 darstellt, zugrunde.

Fig. 1: Die Luftmenge  $v_1$  wird bei konstantem Volumen von der Spannung  $p_1$  bis zur Spannung  $p_2$  erwärmt (a b) und dehnt sich bei fortgesetzter Erwärmung arbeitsverrichtend isotherm bis  $v_2$  aus (b c), wobei die Spannung auf  $p_2$  sinkt. Dann wird bei konstantem Volumen und

bei bis  $p_4$  sinkender Spannung abgekühlt ( $c d$ ) und endlich die Luft bei fortdauernder Abkühlung arbeitsverbrauchend bis zum Anfangszustande verdichtet ( $d a$ ).

Fig. 2: Die Luftmenge  $v_1$  wird bei konstanter Spannung (naturgemäß 1 Atmosphäre) angefaugt ( $a b$ ), dann adiabatisch verdichtet ( $b c$ ) und in einen Erhitzer oder geschlossenen Ofen gedrückt ( $c d$ ). Hier, bei konstanter Spannung erhitzt, strömt sie in den Arbeitszylinder ( $d e$ ), dehnt sich arbeitsverrichtend adiabatisch aus ( $e f$ ) und wird endlich bei konstanter Spannung ausgetrieben ( $f a$ ). Diagramm  $a d e f a$  des Arbeitszylinders weniger Diagramm  $a b c d$  des Pumpenzylinders gibt die gewonnene Arbeitsmenge (Diagramm  $b c e f$ ) an.

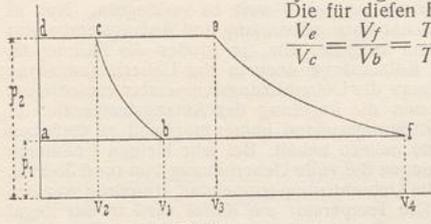


Fig. 2.

Die für diesen Fall geltenden Gleichungen sind folgende [1]:  
 $\frac{V_e}{V_c} = \frac{V_f}{V_b} = \frac{T_e}{T_c} = \frac{T_f}{T_b}$ ,  $\frac{T_c}{T_b} = \frac{T_e}{T_f} = \left(\frac{V_b}{V_c}\right)^{k-1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$  und

$$L = \frac{1}{A} \cdot G \cdot c_p (t_e - t_c - t_f + t_b) \text{ und}$$

$$\eta = \frac{A \cdot L}{Q_{ce}} = 1 - \frac{T_f}{T_e}$$

worin die beigefügten Indizes die Punkte des Kreisprozesses in Fig. 2,  $L$  die von der bei  $ce$  zugeführten Wärme  $Q_{ce}$  geleistete Arbeit und  $\eta$  den thermischen Wirkungsgrad bei diesem Kreisprozeß bedeutet.

Selbstverständlich werden in ausgeführten Maschinen diese Prozesse nicht streng, sondern nur annähernd durchgeführt. Geschlossene Maschinen finden sich in dreierlei Ausführung:

1. Als zweizylindrige Verdrängermaschinen (Fig. 3). Die Erwärmung und Abkühlung der Luft geschieht in dem langen Verdrängerzylinder, in welchem ein sogenannter

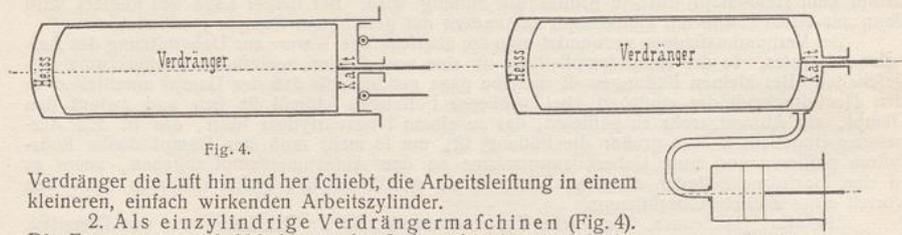


Fig. 4.

Verdränger die Luft hin und her schiebt, die Arbeitsleistung in einem kleineren, einfach wirkenden Arbeitszylinder.

2. Als einzylindrige Verdrängermaschinen (Fig. 4). Die Erwärmung und Abkühlung der Luft geschieht im Arbeitszylinder selbst; der Boden des kalten Raumes wird vom Arbeitskolben gebildet, die Kolbenfange des Verdrängers geht durch den Arbeitskolben in einer Stopfbüchse, letzterer ist durch zwei symmetrisch eingreifende Stangen mit der Welle verbunden.

3. Als Kolbenmaschinen (Fig. 5). Die Erwärmung der Luft wird in einem geheizten, die Abkühlung in einem gekühlten Zylinder bewirkt, beide sind in ununterbrochener Verbindung. Die Kolben sind so gesteuert, daß die Luft abwechselnd aus einem in den andern Zylinder übertritt; befindet sie sich im heißen, so ist die Spannung hoch, befindet sie sich im kalten, so ist die Spannung niedrig. Der Unterschied der beiden Indikatorgramme gibt die indizierte Leistung an; er entfällt dadurch, daß bei hoher Spannung der Kolben des heißen Zylinders sich schnell, der des kalten sich langsam bewegt, bei niedriger Spannung die Bewegungsverhältnisse entgegengesetzt sind. Beide Indikatorgramme haben also dieselben Ordinaten, doch gehören diese zu verschiedenen Abszissen.

Geschlossene Heißluftmaschinen sind am häufigsten erfolgreich ausgeführt, die offenen sind nie über den Versuch hinausgekommen, Feuerluftmaschinen jedoch trotz der größeren praktischen Schwierigkeiten, welche die Feuergase als Betriebsflüssigkeit bedingen, mehrfach brauchbar geworden. Näheres über die Theorie dieser Maschine findet sich in [2]—[6], [8], [10].

In der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure sind die Maschinen von Rider [7], Lehmann [9] und Bénier [11], [12] beschrieben (mit Abbildungen), worauf wir verweisen. Die Maschine von Buschbaum findet sich in [1] dargestellt. Die Abmessungen sind folgende:

Gattung	Benennung nach Pferdestärken	Umdrehungszahl	Grundfläche mm	Höhe mm	Gewicht kg
Lehmann . . . . .	1/2	110	1250 × 1400	1750	1400
Rider . . . . .	1/2	120	770 × 915	1885	600
Lehmann . . . . .	1	100	1300 × 1500	2000	1850
Rider . . . . .	1	100	850 × 1400	1075	1350
Buschbaum . . . . .	1		1100 × 1100	2200	
Lehmann . . . . .	2	100	1800 × 2100	2700	2900
Buschbaum . . . . .	2		1380 × 1380	2600	
Bénier . . . . .	4	120	1200 × 2600	2100	2400
Bénier . . . . .	6	110	1300 × 2900	2300	3000
Bénier . . . . .	12	100	1500 × 3300	2700	4500
Bénier . . . . .	20	90	1700 × 3600	3000	6000

Den Brennstoffverbrauch älterer Lehmannscher Maschinen liegender Anordnung fanden Brauer und Slaby zu 4—7 kg Zwickauer Steinkohlen für die Pferdestunde, doch gebrauchten diese Maschinen mit aufgemauertem Ofen viel Brennstoff zum Anheizen. Nach Versuchen von Schöttler gebrauchte eine 2—3pferdige Rider-Maschine 11—12 kg böhmische Braunkohlen oder halb so viel Gaskoks, nach Versuchen von Slaby eine 4pferdige Bénier-Maschine 2,4 kg Koks für die Pferdestunde. Bei den größeren Ausführungen letzteren Systems soll der Koksverbrauch bis auf 1 kg sinken.

Grundsätzlich kann Luft zum Betriebe von Kraftmaschinen nicht vorteilhafter sein als Dampf. Da für große Arbeitsleistungen die Abmessungen der Heißluftmaschinen ungeheuerlich werden, so führt man sie nur bis zur Stärke weniger Pferde aus. Für den Kleinbetrieb haben sie sich da und dort gut bewährt. So baut z. B. die Firma Zenker & Quabis in Breslau kleine stationäre und fahrbare Heißluftpumpmaschinen zur Wasserverforgung für verschiedene Zwecke. Die Leistungen, Ausführungen und Preise der Maschinen dieser Firma sind aus der nachfolgenden Tabelle zu ersehen.

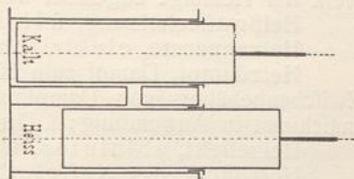


Fig. 5.

Größenbezeichnung	2	3	4	5	6	7	8	9		
Wasserleistung { bei 25 m Förderhöhe	1300	2200	3000	4300	5500	8500	12000	15000	1	
pro Stunde { bei 7 m Förderhöhe	2500	4500	6300	8500	12000	15000	22000	35000	1	
Fußbodenraum {	Länge . . . . .	640	820	860	1060	1160	1350	1400	1400	mm
	Breite . . . . .	390	620	620	650	725	780	820	820	mm
Höhe einschließlich Schwungrad . .	1065	1560	1630	1820	1900	1900	2200	2400	mm	
Innerer Durchmesser der Saugrohre .	32	35	40	45	52	65	76	88	mm	
Innerer Durchmesser der Druckrohre	32	35	40	45	52	65	76	88	mm	
Verbrauch an Koks in 10 Stunden ca.	15	20	25	30	35	40	50	75	kg	
Preis der vollständigen Maschine . .	600	750	850	1050	1250	1450	1750	1950	M.	
Gewicht der vollständigen Maschine .	365	630	730	945	1225	1475	1935	2088	kg	
Preis des Saugkorbes mit Fußventil	8	10	10	12	15	20	25	28	M.	

Die reine Nutzleistung in gehobenem Wasser berechnet sich danach für die kleinste und größte Nummer zu 0,067 bis 1,5 PS. Als Hauptvorzüge ihrer Maschinen gibt die vorgenannte Firma folgendes an: Keine Konzession erforderlich, an jedem Orte aufstellbar, sehr geringer Raumbedarf. Außerordentliche Einfachheit und Solidität. Leichtverständlich und zugänglich in allen Teilen. Keine Explosionsgefahr. Vollkommene Betriebsicherheit. Feuerung wie bei gewöhnlichen Stubenöfen. Jederzeit betriebsfertig nach kurzem Anheizen. Größte Dauerhaftigkeit. Gleichmäßiges ruhiges Arbeiten. Billigster Motor in Anschaffung und Unterhaltung. Bedienung kann von jeder beliebigen Person nebenbei erfolgen, also kein gelernter Maschinist nötig.

Weiter werden Heißluftmaschinen für kleine Leistungen, Laboratoriumszwecke u. f. w. gebaut von der Aerogengas-Gesellschaft m. b. H. in Hannover. Zu erwähnen sind ferner die neueren Patentschriften über offene Heißluftmaschinen Nr. 123 039 von v. Knorring und Nadrowski in Dresden; Nr. 152 957 von Godoy in Granada, und von geschlossenen Heißluftmaschinen Nr. 113 750 von Lindh in Stockholm; Nr. 114 346 und Nr. 136 257 von E. Fränkel in Guben; Nr. 131 434 von Eifenhuth in New York; Nr. 137 320 von Siemens & Halske in Berlin.

Als rotierende Maschinen haben die Heißluftmaschinen und Heißluftdampfmaschinen eine große Zukunft in Gestalt der Gasturbinen, welche durch gespannte heiße Luft allein oder Gemische derselben mit Wasserdampf und Heizgasen getrieben werden. Praktische Ausführungen haben diese Gasturbinen noch nicht erhalten; in zahlreichen Patentschriften dagegen sind verschiedene Konstruktionen beschrieben, so von Lemale in Paris in Nr. 138 407, von Veith in Zürich in Nr. 152 448 und von C. Semmler in Dortmund in Patentschrift Nr. 163 843. Ueber die Theorie der Gasturbinen f. [16]. Näheres über Detailkonstruktionen u. f. w. in [1]—[15].

Literatur: [1] Hüttentaschenbuch, 18. Aufl., 1902, Bd. 1, S. 295. — [2] Bork, Die Kraftmaschinen für das Kleingewerbe, Berlin 1880. — [3] Hirsch, Théorie des machines aérothermiques, Ann. des ponts et chaussées, 1874, S. 409. — [4] Slaby, Theorie der geschlossenen Heißluftmaschinen, Verhandl. f. Gewerbleiß 1878. — [5] Brauer u. Slaby, Versuche über Leistung und Kraftbetrieb von Kleinmotoren, Berlin 1879. — [6] Weyrauch, Zur Beurteilung von Luft- und Gasmaschinen, Zeitchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1880, S. 185. — [7] Schöttler, Die Heißluftmaschine von Rider, ebend. 1881, S. 633. — [8] Schröter, Regeneratoren bei Heißluftmaschinen, ebend. 1883, S. 449. — [9] Schöttler, Heißluftmaschinen der Berlin-Anhalt. Maschinenbau-A.-G., ebend. 1885, S. 935. — [10] Köchy, Theorie der geschlossenen Heißluftmaschinen, Verhandl. f. Gewerbleiß. — [11] Lahmeyer, Die Feuerluftmaschinen von Bénier, Zeitchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1888, S. 1158. — [12] Slaby, ebend. 1889, S. 89. — [13] Diesel, Theorie und Konstruktion eines rationellen Wärmemotors, Berlin 1893. — [14] Knoke, Die Kraftmaschinen des Kleingewerbes, 2. Aufl., Berlin 1902. — [15] Lehmann, Regenerator für geschlossene Heißluftmaschinen, Masch.-Konfr. 33, 1899, S. 75; Heißluftpumpmaschine der Rider-Ericson Engine Co., ebend. 34, 1900, S. 84/85; Heißluftmotor System Rider-Lehmann, ebend. 34, 1900, S. 167/168. — [16] Neilson in Engineering 28/10 1904, danach in Journ. f. Gasbel. u. Wasserverforg. 1905, S. 640 ff.; Reeve, El. Review 1905, S. 947, Journ. f. Gasbel. u. Wasserverforg. 1905, S. 967.

Lueger, Lexikon der gesamten Technik. 2. Aufl. V.

v. Thering.

**Heißmaschine**, f. Bootsaussetzvorrichtung.

**Heißsäge**, besondere Art von Metallkreissägen, vielfach verwendet in Walzwerken zum Durchteilen und Abschneiden der Enden von Trägern, Schienen und ähnlichen Werkstücken, die in glühendem Zustand unmittelbar vom Walzwerk der Heißsäge zugeführt werden (f. Sägen). Dalchow.

**Heißwasserheizung**, f. Heizung geschlossener Räume.

**Heizapparate**, elektrische, f. Kochapparate.

**Heizdampf**, Dampf zum Heizen des Zylindermantels, der Deckel und des Zwischenbehälters von Dampfmaschinen, namentlich bei Mehrfachexpansionsmaschinen in Anwendung; f. Dampfmaschinen, Bd. 2, S. 608.

**Heizeffekt**, abfoluter, f. Brennstoffe.

**Heizfläche** der Kessel, f. Dampfkessel, Schiffskessel.

**Heizgase, -kraft, -materialien**, f. Brennstoffe.

**Heizraum**, an Bord der Schiffe die wasserdichte Abteilung, in welcher die Schiffskessel aufgestellt sind.

**Heizrohrkessel**, Dampfkessel mit Heiz- oder Rauchröhren, durch welche die auf dem unter oder vor dem Kessel liegenden Rost entwickelten Heizgase streichen, wodurch die Heizfläche des Kessels nicht unbedeutend vergrößert wird. S. Dampfkessel, Bd. 2, S. 565.

**Heizung geschlossener Räume**, Erwärmung der Aufenthaltsräume der Menschen auf eine für den Stoffwechsel derselben günstige Temperatur. Das erforderliche Maß der Heizung ergibt sich aus der in den Räumen durch den Lebensprozeß, künstliche Beleuchtung u. f. w. auftretenden Wärmeentwicklung und dem durch die Wärmeabgabe der Wände, Decken, Fußböden, Fenster und Türen sowie durch den Luftwechsel entlehrenden Wärmeverlust.

Die Wärmeabgabe (Wärmetransmission) der Umschließungswände hängt von deren Form, Ausdehnung, Dicke, Zusammensetzung und Lage und von dem Unterschied der Innentemperatur  $t_i$  und der Außentemperatur  $t_a$  ab; die in einer Stunde nach außen oder nach kälteren Nebenräumen überführte Wärmemenge ist in Wärmeinheiten  $W_1 = F(t_i - t_a)k$ .  $F$  ist die Größe der wärmeabgebenden Fläche in Quadratmetern,  $k$  ein Koeffizient, der von der Art und Lage der Wand abhängt und durch Versuche ermittelt wird. Werte von  $k$  enthalten [1]—[3], [8], [14], [16] und [18] sowie der für Staatsbauten in Preußen maßgebende Erlaß des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 24. März 1901. Durch Luftwechsel entsteht in einer Stunde ein Wärmeverlust in Wärmeinheiten:  $W_2 = 0,237 L(t_i - t_e)$ .  $L$  ist die mit der Temperatur  $t_e$  ein- und mit der Temperatur  $t_i$  austretende Luftmenge in Kilogramm. Der Wärmebedarf eines Gebäudes ergibt sich für ununterbrochenen Betrieb aus der Summe der nach den angegebenen Formeln zu berechnenden Wärmeverluste der geheizten Räume; findet keine ununterbrochene Heizung statt, so ist zu dem berechneten Wärmebedarf ein Zuschlag von 10—50% — je nach Dauer der Unterbrechung und Lage des Gebäudes — zu rechnen, damit die Heizungsanlage imstande ist, die kalten Räume in verhältnismäßig kurzer Zeit anzuheizen.

Die Deckung des Wärmebedarfs eines Raumes erfolgt durch unmittelbar gefeuerte Öfen oder durch mit heißem Wasser oder Dampf gespeiste Heizkörper oder durch Einführung erwärmter Luft. Im ersten Fall bezeichnet man die Anlage als Lokalheizung (Einzelheizung, örtliche Heizung), in den andern Fällen als Zentralheizung (Sammelheizung), wobei dann von einer Feuerstelle aus die Erwärmung mehrerer oder sämtlicher Räume eines Gebäudes, auch wohl von einer Anzahl von Gebäuden (Fernheizung, Distriktheizung) durch Vermittlung eines Wärmeträgers (erhitztes Wasser, Dampf, erhitzte Luft) bewirkt wird. Zur Lokalheizung kann auch die Kanalheizung gerechnet werden, bei welcher die Rauchgase eines für den zu heizenden Raum aufgestellten Ofens durch im Fußboden oder an den Wänden angeordnete gemauerte oder aus Eisen- oder Tonröhren gebildete Kanäle geleitet werden. Wegen der Schwierigkeit des Anheizens, des Dichthaltes der langen Rauchwege, der ungleichen Wärmeabgabe infolge des Abnehmens der Temperatur der Rauchgase auf dem langen Weg vom Ofen bis zum Schornstein wird die Kanalheizung nur noch selten ausgeführt; sie eignet sich auch nur für ebenerdige Räume mit feuerficherem Fußboden, z. B. Kirchen, Gewächshäuser, Werkstätten.

#### Lokalheizung.

Man unterscheidet Öfen mit offener und solche mit geschlossener Feuerung. Erstere, die **Kamine**, werden in Deutschland wegen ihrer geringen Heizwirkung selten und dann mehr zur Annehmlichkeit als zu regelmäßiger Erwärmung der Räume angewendet. Durch Anordnung mehrerer Züge, durch welche die Feuergase strömen, während außen die Raumluft vorbeigeleitet wird, läßt sich das Brennmaterial besser ausnutzen. — Neuerdings finden Kamine mit Gasheizung häufig Verwendung, wie sie schon seit langer Zeit in England und Frankreich benutzt werden. Die Vorzüge der Gasheizung gegenüber der Heizung mit festen Brennstoffen bestehen in 1. einfacher Bedienung, Wegfall der Brennmaterialzuführung; 2. Reinlichkeit, durch Vermeidung von Rauch, Ruß und Asche; 3. raschem Anheizen; 4. leichter Anpassung des Brennstoffaufwands an den Wärmebedarf durch Regelung der Gaszuführung. Dagegen werden folgende Bedenken geltend gemacht: 1. große Betriebskosten; 2. zu hohe Temperatur der Heizflächen;

3. Möglichkeit des Austretens von Leuchtgas in die zu heizenden Räume oder in den Ofen oder in den Schornstein und dadurch entstehende Explosions-, im ersten Fall auch Vergiftungsgefahr; 4. Möglichkeit des Austretens von Verbrennungsprodukten in die zu heizenden Räume; 5. Durchrosten von Ofenteilen und Durchfeuchten der Rauchrohrwandung infolge sich absetzenden, bei der Verbrennung des Leuchtgases entstehenden Kondensationswassers (1 l aus 1 cbm Gas). Die bedeutenden Betriebskosten entstehen durch den hohen Gaspreis. Neuerdings geben viele Gaswerke das zum Heizen und Kochen gebrauchte Gas billiger ab als das zur Beleuchtung benutzte, um die erstere Verwendung zu erleichtern. Die andern genannten Nachteile können durch geeignete Bauart und Verwendung des Gasofens sowie durch Anwendung von Sicherheitsklappen aufgehoben werden; zur Verhütung des Erlöschens der Gasflammen und des dann entstehenden Austritts unverbrannten Gases in die zu heizenden Räume empfiehlt es sich, nur Öfen mit leuchtenden Flammen zu verwenden und den Abzug der Verbrennungsprodukte durch Vermeidung fallender Züge, durch Schutz der Abzugsröhren vor Windeintritt und zu starker Abkühlung zu sichern. Gasöfen ohne Abzug der Verbrennungsprodukte sollen nur in Räumen mit starker Luftbewegung, z. B. Treppenhäusern, Kirchen, großen Hallen, angewendet werden. — Die in Deutschland in neuerer Zeit benutzten Gaskamine sind gewöhnlich mit Reflektoren aus poliertem Kupferblech und fast durchgängig auch mit Zügen versehen, durch welche die Verbrennungsgase behufs besserer Ausnutzung ziehen und an denen die Raumluft vorbeistreicht und sich erwärmt. Die äußere Form der Gaskamine wird, der Aufstellung entsprechend, mehr oder weniger reich ausgestattet; Fig. 1 zeigt ein Beispiel. Die innere Einrichtung ist sehr verschieden. J. G. Houben Sohn Carl in Aachen liefern Kamine, bei welchen über dem Reflektor, der die Wärmestrahlen der Gasflammen in den zu heizenden Raum fendet, ansteigende Blechkanäle angebracht sind, welche von der Raumluft durchzogen und von den Verbrennungsgasen umspült werden (Fig. 2). Ähnlich ist der von Rob. Kutschner in Leipzig nach der Angabe von Zschetzschinck gebaute Ofen eingerichtet; die Luftkanäle sind hier durch Röhren gebildet, welche in den oberen Ofenraum eingesetzt sind (Fig. 3).



Fig. 1.

Auch bei dem von Friedrich Siemens in Dresden gelieferten Gaskamin wird die Raumluft durch ansteigende Kanäle geleitet (Fig. 4), ebenso bei dem Gaskamin der Warfteiner Gruben- und Hüttenwerke und dem von der Aktiengesellschaft Schäffer & Walcker in Berlin (Fig. 5). Reflektoröfen, bei denen auch eine Wärmeabgabe der Verbrennungsgase an die quer durch den Ofen ziehende Zimmerluft und eine Vorwärmung der Verbrennungsluft stattfindet, liefern u. a. F. Butzke & Co. in Berlin, Joh. Vaillant in Remscheid, Junkers & Co. in Dessau und die Deutsche Kontinental-Gasgesellschaft in Dessau.

Die äußere, manchmal für bessere Räume gewünschte Gestalt des Kamins und die innere Einrichtung des Ofens mit geschlossener Feuerung vereinigt der Kaminofen; das Feuer wird durch Glimmerplatten sichtbar gemacht. Für Füllfeuerung (vgl. unten) mit Anthracit oder Gaskoks ist der in Fig. 6

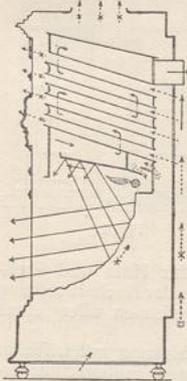


Fig. 5.

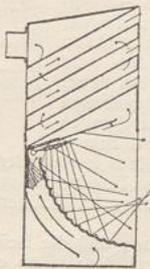


Fig. 2.

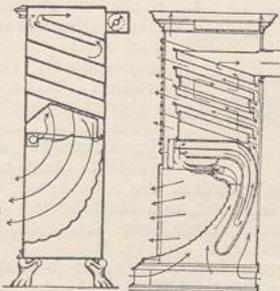


Fig. 3.

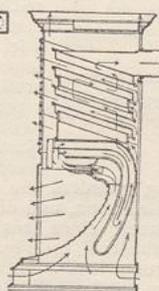


Fig. 4.

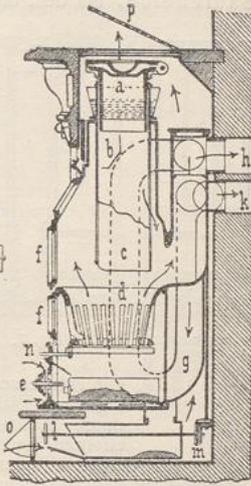


Fig. 6.

veranschaulichte Kaminofen eingerichtet, der von E. Wille & Co. in Berlin in den Handel gebracht wird. Das Brennmaterial wird durch den Deckel *a* in den Füllschacht *b* geschüttet, aus dessen Mündung *c* es in den Korbrost *d* rutscht, in dem die Verbrennung stattfindet; die hierzu notwendige Luftzuführung erfolgt durch Einstellung des Ventils *e*. Die Feuergase durchziehen die seitlich angebrachten Rohrzüge *g* und gelangen schließlich durch den Stutzen *h* in den Schornstein *i*. Beim Anheizen werden die Rauchgase unmittelbar durch *k* nach *i* geführt, indem durch Handgriff *l* und das Zahngetriebe *m* eine in *k* angebrachte Klappe geöffnet wird. Zur

Entfernung der Asche wird der untere Teil des Korbrostes mittels eines Griffs *n* gerüttelt. Je nach Einstellung der Klappe *o* wird Zimmerluft an dem Ofen vorbeigeführt; sie tritt durch Klappe *p* in das Zimmer zurück. Die Glimmerfenster *f* machen das Feuer sichtbar.

Bei den für festen Brennstoff gebauten Oefen mit geschlossener Feuerung unterscheidet man je nach der Häufigkeit der Beschickung: Oefen mit gewöhnlicher, Halbfüll- oder Füllfeuerung. Die letzten beiden Arten werden für stetige Verbrennung des in großer Menge auf einmal in einen Füllschacht eingeschütteten Brennmaterials verwendet (Dauerbrand, Immerbrand). Von einem guten Ofen ist zu verlangen: möglichst vollkommene Verbrennung, Möglichkeit der Regelung derselben, dem wechselnden Wärmebedarf des zu heizenden Raumes entsprechend; Wärmeabgabe durch Leitung und milde Wärmestrahlung derart, daß der Raum mit feinen Einschließungswänden möglichst gleichmäßig erwärmt wird; sicherer Abzug der Rauchgase und Verhinderung des Austritts derselben in den zu heizenden Raum; einfache und sichere Bedienung; Möglichkeit der bequemen Reinigung der Heizflächen und der Entrüfung der Rauchwege; ferner soll Erglühen der von der Raumluft bespülten Ofenflächen ausgeschlossen und Ablagern von Staub auf diesen möglichst verhindert sein.

Für Wohnräume werden Oefen aus Ton wegen ihrer geringen Oberflächentemperatur und ihres Wärmespeichervermögens, das den bei der gewöhnlichen Feuerung leicht eintretenden Wechsel in der Wärmeerzeugung ausgleicht, gern angewendet. Jedoch haben diese Oefen den Mangel des langsamen Anheizens, ungenügender Regelungsfähigkeit der Wärmeabgabe und der gegenüber den eisernen Oefen geringeren Wärmeabgabefähigkeit. Für große Räume und wenn behufs Lüftung des Raumes große Frischluftmengen erwärmt werden sollen, eignen sich Tonöfen nicht.

Eiserne Oefen erhalten für gleiche Wärmeabgabe kleinere Heizflächen als Tonöfen; jedoch muß zu starkes Erhitzen der vom Feuer getroffenen Flächen durch Ausfütterung mit feuerfestem Material (Schamotte) oder durch geeignete Formung (Rippen) verhütet werden. Lästige Wärmestrahlung läßt sich durch Vorsetzen von Blechschirmen oder durch Ummantelung beseitigen; letztere wird aus Blech, Gußeisen, Kacheln hergestellt und zur Durchleitung der Raumluft oder frischer, von außen zugeführter Luft behufs Erwärmung derselben vor ihrem Eintritt in den Raum (Lüftungsofen) verwendet.

Die Regelung der Wärmeabgabe eines Ofens kann nur durch Aenderung der Wärmeerzeugung im Feuerraum erfolgen, was durch größere oder geringere Zuführung von Brennstoff und durch Regelung der Verbrennung bzw. der Zuführung der Verbrennungsluft mittels der Ofentüren oder besonderer Schieber, Klappen, Ventile geschieht; vielfach ist die Handhabung dieser Vorrichtungen zu umständlich und erfordert besondere Sachkenntnis, welche das die Oefen gewöhnlich bedienende Personal nicht besitzt, weshalb nicht selten dabei Fehler gemacht werden, die entweder zu einer Ueberhitzung oder ungenügenden Erwärmung führen. Einfache Regelungsvorrichtungen, die nur die Handhabung eines Griffes erfordern, sind daher vorzuziehen.

Die einfachste Form des Ofens mit gewöhnlicher Feuerung hat der Kanonen- oder Säulenofen, bei dem die Feuergase vom Rost aufwärts einen eisernen Zylinder durchziehen

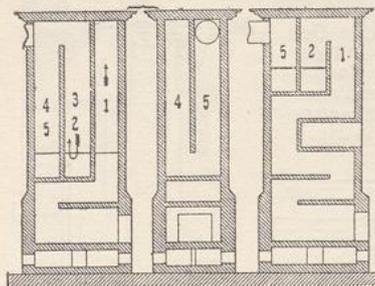
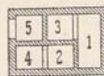


Fig. 7.



den selben in das Rauchrohr treten. Die Ausnutzung des Brennmaterials ist gering; sie wird verbessert durch Anordnung von Zügen, die den Weg der Feuergase verlängern. Je nach der Form dieser Züge entstehen zahlreiche im Handel vorkommende Ofenformen. Als Beispiel eines Tonofens sei der sogenannte Berliner Ofen erwähnt, dessen lot- und wagerechte Züge vom Feuer in der in Fig. 7 angegebenen Nummernfolge durchzogen werden. Stein- und Braunkohlenfeuerung erfordern die Anbringung eines Rostes, der für Holz und Preßkohlen wegfallen kann, und die Isolierung des Feuerraums von der Kachelwandung durch Einbauung eines aus Schamotteplatten zusammengesetzten oder eines eisernen Feuerkastens (vgl. Fig. 8).

Oefen mit Füllfeuerung werden entweder so gebaut, daß die Beschickung mit frischem Brennstoff in den Feuerraum selbst (Halbfüllöfen) oder durch Nachfüllen eines Füllschachtes erfolgt, aus welchem die Brennstoffstücke allmählich in den Feuerraum rutschen (Füllöfen). Die einfachste Form des Halbfüllofens ist der Meidinger Ofen, ein aus einzelnen eisernen, auch wohl mit feuerfestem Ton ausgefütterten, im ersten Fall auch mit Außenrippen versehenen Ringen zusammengesetzter Zylinder mit oder ohne Rost und mit einer unten an einem Hals angebrachten, zur Entfernung von Schlacken und Asche dienenden Türe, die zur Regelung der Zuführung der Verbrennungsluft mit Schieber oder Klappe versehen ist. Der Zylinder wird bis zur Höhe des Rauchrohrs mit Anthracit oder Koks gefüllt; die Entzündung erfolgt von oben, das Brennmaterial brennt nach unten ab, kann aber bei stetigem Heizen nach Belieben nachgefüllt werden. Eine vom Eifenwerk Kaiserslautern ausgeführte Form dieses Ofens zeigt Fig. 9. Um

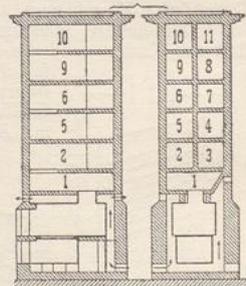


Fig. 8.

zur besseren Ausnutzung der Feuergase den Weg derselben bis zum Rauchabzug zu verlängern, wird bei vielen Ofenformen die Füllöffnung weiter nach unten gerückt und über ihr sowie auch seitlich vom Füllschacht eine Reihe von Feuerzügen angeordnet. Solche Oefen mit niedrigem Füllschacht werden auch für Steinkohlenbrand gebaut. Bei dem niedrigen fogenannten irischen Ofen, der auch in vielen Bauarten hergestellt wird, von denen Fig. 10 eine des Kgl. württemberg. Hüttenwerks Wafferalfingen ver-

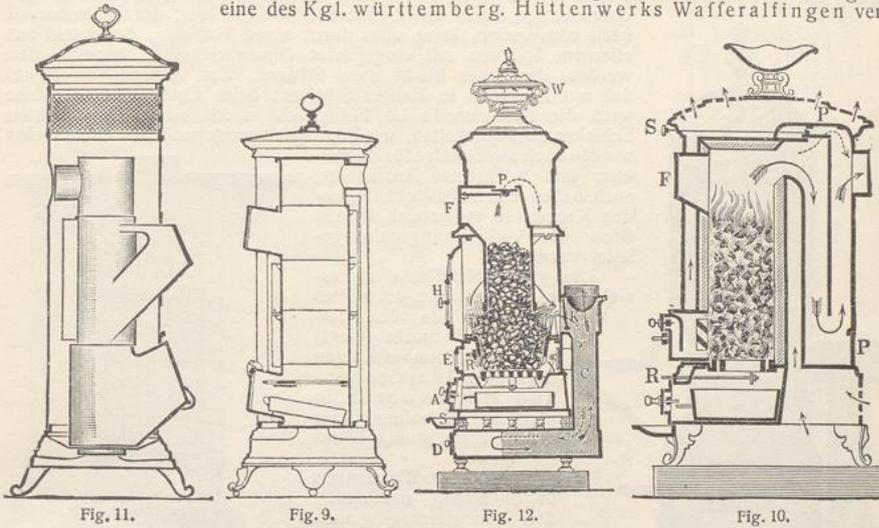


Fig. 11.

Fig. 9.

Fig. 12.

Fig. 10.

anschaulicht, liegen die Züge hintereinander; beim Anheizen wird durch Herausziehen der Stange *S* über der Fülltür *F* ein Schieber geöffnet, so daß ein unmittelbarer Zug vom Feuerraum nach dem Rauchrohr entleitet; ist die Koksfüllung ins Glühen gekommen, so wird *S* geschlossen, so daß die Feuergase durch die Feuerzüge ziehen müssen. Das Entfernen der auf dem Drehrost sich ansammelnden Asche geschieht durch Rütteln des Rostes mittels der Stange *R*; zur Reinigung der Züge sind Putzdeckel *P* angebracht. Aehnliche Konstruktion zeigen die von Rießner & Co. in Nürnberg gebauten Britannia-Oefen, die auch in runder Form hergestellt werden. Oefen, bei denen die Feuerzüge über dem mit Schamotte ausgekleideten niedrigen Füllschacht angeordnet sind, werden von vielen Fabrikanten gebaut. Während bei diesen Oefen die Feuerzüge lotrecht auf und ab steigen, bilden sie bei andern Formen, wie sie z. B. Ernst Effers in München-Gladbach herstellt, nur einen lotrecht hochgehenden, weiten, von einem Mantel umgebenen Kanal oder verlaufen zickzackförmig nach aufwärts, wie die von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft Union in Essen angefertigten, besonders für die Heizung großer Räume sich eignende Bauart, bei welcher die Raumluft durch einen Mantel mit schrägen Kanälen gezwungen wird, an den Heizflächen der Feuerzüge entlang zu streichen.

Eine besondere Art der Füllöfen bilden die Schachtöfen, in welchen magere Steinkohle, Anthracit, Koks, Braunkohle, Torf, Lohkuchen verbrannt werden können. Die Brennstoffstücke werden in einen schrägen Schacht geschüttet und rutschen dann gegen den Rost; sie brennen also unten ab. Auch für diese Ofenart gibt es viele Formen; eine derselben zeigt Fig. 11 nach einer Ausführung des Eisenwerks Kaiserslautern und wird als Pfälzer Schachtöfen bezeichnet.

Die mit lotrechtem Füllschacht ausgerüsteten Füllöfen eignen sich nur zur Verfeuerung von magerer Steinkohle, Anthracit und schlackenarmem Koks; fette Steinkohle würde im Feuerherd zusammeninternen und das Nachrutschen frischen Brennstoffes hindern. Die erste Form dieser Oefen wurde von Perry angegeben und unter der Bezeichnung „Crown jewel“ von Amerika nach Deutschland gebracht, wo diese amerikanischen Oefen vielfach in Gebrauch genommen und insbesondere durch die bequeme Bedienung und die Sichtbarkeit des Feuers beliebt geworden sind. Im Laufe der Zeit sind die Füllöfen vielfach geändert worden und werden jetzt von vielen Fabrikanten in zahlreichen Formen hergestellt, die sich meistens von der ursprünglichen amerikanischen Bauart durch bessere Ausnutzung der Feuergase in zweckmäßig angelegten Feuerzügen, durch Vermeidung unangenehm wirkender Wärmestrahlung, durch Vereinfachung der Bedienung und auch wohl dadurch auszeichnen, daß die Zimmerluft oder von außen zugeführte Frischluft mittels besonderer im Ofen angeordneter Kanäle oder einer Ofenummantelung an den Heizflächen vorbeigeführt wird. Fig. 12 veranschaulicht als Beispiel einen vom Kgl. württembergischen Hüttenwerk Wafferalfingen ausgeführten Füllöfen nach verbessertem amerikanischen System. Die durch die Fülltür *F* eingeschütteten Koksstücke verbrennen über dem Korbrost; die Feuergase werden beim Anheizen durch Wagerechtfellen der Klappe *K* unmittelbar in den Schornstein geleitet, im regelmäßigen Betrieb aber durch den doppelten Kanal *C* geführt, der mit Putztüre *D* versehen ist. Zur Regelung des Brandes sind die Rosette *A* und ein Schieber *X* angebracht; beim Anheizen können die im Füllschacht entstehenden Gase durch Öffnen des Schiebers *P* abgeleitet werden. Zur

Reinigung des Rostes ist eine Türe *E* vorgesehen. Das Feuer ist durch Glimmerfenster *H* sichtbar. C. Rießner & Co. in Nürnberg bauen Füllöfen mit Regelungsvorrichtungen, die je nach ihrer Einstellung dem Feuer mehr oder weniger Verbrennungsluft zuführen und den Zug unmittelbar oder auf Umwegen leiten (stürzen), verstärken oder abchwächen. — Eine neuerdings häufig zur Anwendung kommende Ofenform ist von Cadé angegeben (Fig. 13); der Rost wird



Fig. 13.

durch einige Eifen- und Schamottefläße gebildet; der Feuerraum ist nach vorne offen, kann aber durch einen Vorhang, bestehend aus eisernem Rahmen mit eingefetzter Glimmerscheibe, abgeschlossen werden; das Feuer bleibt dann sichtbar. Zur Verbrennung eignet sich nur Anthracit in kleinen Stücken; beim Entfernen der Asche wird die Kohlenmasse im Füllschacht durch einen eingesteckten Schieber zurückgehalten, wie die Figur veranschaulicht. Diese Öfen werden auch als Einfätze für Kachelöfen und in kleiner Ausführung auch neben einem schlecht heizenden Kachelofen verwendet, in den dann die Verbrennungsgase geleitet werden.

Um große Heizfläche zu erzielen, wird diese auch als weites Spiralrohr um den lotrechten Füllschacht gelegt; eine solche Form verfertigen die Warsteiner Gruben- und Hüttenwerke in Warstein i. W. besonders für die Heizung großer Werkstatträume.

Für kleinere Wohnungen ist es häufig notwendig, den Ofen gleichzeitig auch zum Kochen zu benutzen; es ist dann dafür zu sorgen, daß im Sommer die Heizwirkung möglichst beseitigt wird. Dies kann durch kleinere Brennmaterialfüllung

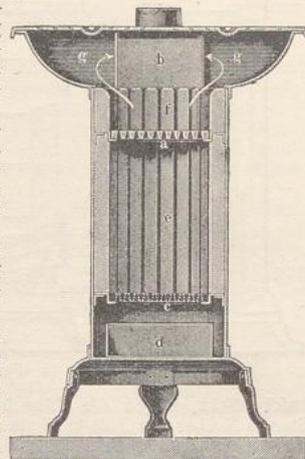


Fig. 14.

geschehen. Fig. 14 zeigt eine solche bei einer Ausführungsform der von Emil Wille & Cie. in Berlin gelieferten Germania-Öfen vorhandene Einrichtung. Diese Öfen sind mit Füllfeuerung versehen; die Schamotteausfütterung *e* des Füllschachts enthält Kanäle zum Hochziehen der aus dem Brennmaterial (Kohle, Koks, Torf, Holz u. f. w.) sich entwickelnden Gase. Für die Sommerfeuerung wird der Rost bei *a*, für die Winterfeuerung bei *c* eingelegt; die Feuergase ziehen durch die Räume *g* unter den Kochringen und strömen dann hinter der Wand *b* nach dem Rauchrohr. Diese Germania-Öfen werden auch ohne Kochplatte ausgeführt. Einem Kochherd ähnlicher ist der Zimmerkochofen, der vom Eisenwerk Kaiserslautern hergestellt wird und 1891 bei einer die beste Bauart eines Ofens für Arbeiterwohnungen betreffenden Preisbewerbung ausgezeichnet wurde. Näheres f. in den Katalogen dieser Firma.

Wegen der bei aufmerkfamer Bedienung erzielbaren Regelungsfähigkeit der Verbrennung und damit der Wärmeabgabe werden die Füllöfen häufig auch Regulierfüllöfen genannt. Soll das Brennmaterial nicht von dem zu heizenden, sondern von einem andern Raum aus in den Ofen gebracht werden, so wird der Schürerraum oder der Füllschacht durch die Trennungswand der Räume geführt. Die Regelung des Ofens erfolgt dann aber gewöhnlich von dem zu heizenden Raum aus. Um die Öfen auch zur Lüfterneuerung (Ventilation) zu benutzen, werden sie so gebaut, daß frische Luft von außen durch einen Kanal in den geschlossenen Ofenfockel und aus diesem durch den Raum zwischen dem eigentlichen Heizofen oder den Rauchzügen und einem Mantel tritt, um dann erwärmt gewöhnlich durch den Deckel in den zu heizenden und zu lüftenden Raum zu strömen. Auch zur Abfugung der Luft aus den Räumen, wodurch gleichfalls eine Lüftung derselben entsteht, werden die Öfen eingerichtet. (Vgl. den Art. Lüftung geschlossener Räume.)

In den Öfen für Grudefeuerung (f. a. Grudeherde) wird der bei der Braunkohlendestillation verbleibende Koksrückstand, Grude genannt, in feinkörnigem Zustand verbrannt, indem sie in einem ausziehbaren Kasten auf eine Unterlage von Asche gebracht wird, welche als schlechter Wärmeleiter die zu starke Abkühlung des Brennstoffs und damit dessen Erlöschen verhindert. Die Grude glimmt unter Luftzutritt; die entstehenden Rauchgase sind wie bei allen Öfen andrer Art nach einem Rauchrohr (Schornstein, Kamin) abzuleiten.

Für Verwendung des Leuchtgases zum Heizen werden neuerdings Öfen verwendet, in denen die Verbrennungsgase der Gasflammen in schmalen Kanälen hochziehen, die von der Raumluft und bei Lüftung auch von der aus dem Freien zugeführten frischen Luft umspült werden. Diese Einrichtung zeigt z. B. der von Meidinger und Reichard konstruierte, von den Warsteiner Gruben- und Hüttenwerken gebaute sogenannte Karlsruher Schulofen (Fig. 15), bei dem die Verbrennungsgase eines Ringbrenners durch einen engen, rohrförmigen Raum ziehen, der innen von frischer oder von Zimmerluft, außen von letzterer umspült wird. Gleichfalls mit engen Zügen für die Verbrennungsgase ist der vom Eisenwerk Kaiserslautern

hergestellte Ofen (Fig. 16) ausgerüstet; soll derselbe zur Erwärmung zweier benachbarter Räume benutzt werden, so wird die erwärmte Luft durch einen oben an den Ofen seitlich anschließenden Kanal in den zweiten Raum geleitet. Das genannte Werk liefert auch Ofen mit Wärmespeicherung, die sonst bei den Gasöfen nicht vorgefunden und hier durch Ausfüllung der aus Wellblech hergestellten Gaszüge mit Tonplatten hergestellt wird (Fig. 17). Die eine dieser Ofenformen enthält zwei Kanäle aus Weißblech, in welche Tonplatten mit Zwischenraum eingesetzt sind, durch den die Verbrennungsgase ziehen; die andre Form besitzt einen Blechmantel mit eingesetztem Wellblechschacht, zwischen beiden ziehen die Verbrennungsgase hoch. Die Raumluft beipült in beiden Fällen die Wellblechwandung. Für die Unterbringung in Fensternischen oder, wenn überhaupt niedere Ofenform erfordert wird, baut

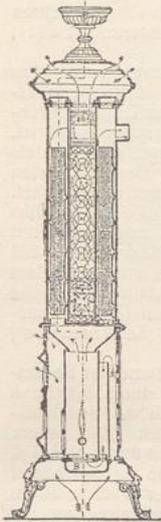


Fig. 17.



Fig. 18.

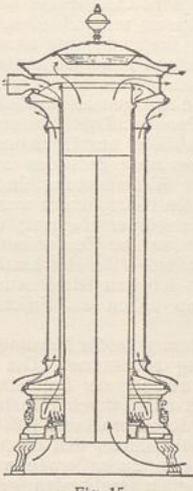


Fig. 15.

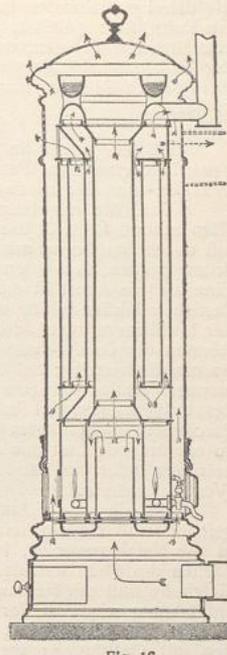


Fig. 16.

genanntes Eisenwerk Gliederöfen, welche aus zickzackförmigen, engen, gerippten Gußeisenelementen zusammengesetzt sind, die von den Verbrennungsgasen durchzogen und von der Raumluft umspült

werden; diese Heizkörper werden von einem Vorsetzer umgeben. Aus hufeisenförmigen Gliedern ist der Batteriegasofen der Hannoverischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Linden vor Hannover zusammengesetzt; diese Glieder stehen auf einem Sockel mit zwei Kammern; unter der vorderen liegt das Gaszuleitungsrohr, das mit Brennern versehen ist, die durch Löcher in die Kammer ragen. Die Verbrennungsgase durchfließen die Glieder und gelangen aus der hinteren Kammer in das Abzugsrohr.

Die Zentralwerkstatt der Deutschen Kontinental-Gasgesellschaft in Dessau baut Gasöfen, in denen die Verbrennungsgase durch eingesetzte Bleche gezwungen werden, einen zickzackförmigen Weg zu machen (Fig. 18). Der von Rob. Kutschner in Leipzig hergestellte Ofen ist ähnlich dem bereits besprochenen Gaskamin, jedoch ohne Reflektor gebaut. Einen Ofen, der im Sockel auch mit Reflektorböden versehen wird und bei dem die Verbrennungsgase wie bei dem Karlsruher Schulofen durch einen engen rohrförmigen Raum ziehen, liefert die Firma J. G. Houben Sohn Carl in Aachen unter der Bezeichnung Aachener Schulofen. Andre ähnliche Ofenkonstruktionen werden von den Warsteiner Gruben- und Hüttenwerken nach den Angaben von O. Krell in Nürnberg (Nürnberger Schulofen), ferner von Friedrich Siemens in Dresden, der Aktiengesellschaft Schäffer & Walcker in Berlin u. a. geliefert. Näheres s. in den Katalogen dieser Firmen. — Röhrenförmige Gasradiatoren, mit und ohne Ableitung der Verbrennungsprodukte, baut Friedrich Siemens in Dresden. Der Nutzeffekt der Gasöfen kann bei guter Bauart und sorgfamer Regelung derselben sehr hoch, bis zu 80%, werden. Nach den bei der Heizung von Schulen in Karlsruhe und Frankfurt a. M. gemachten Erfahrungen betrug der jährliche Gasverbrauch 4,5–5,5 cbm Gas für 1 cbm zu heizenden Schulraum. Um die Raumtemperatur nicht über ein gewisses Maß steigen zu lassen, werden an den Gasöfen selbsttätige Wärmeregler angebracht, welche die Ausdehnung von Metallspiralen, Flüssigkeiten oder Luft benutzen, um bei einer zu hohen Erwärmung des Raumes den Gaszufluß zu den Brennern durch ein Ventil oder durch Quecksilber zu vermindern. Solche Apparate werden von Friedrich Siemens in Dresden, Robert Kutschner in Leipzig, J. G. Houben Sohn Carl in Aachen, der Aktiengesellschaft Schäffer & Walcker in Berlin u. a. geliefert. Spiritus-Gasheizöfen finden wegen der durch den Spirituspreis bedingten erheblichen Betriebskosten nur selten aushilfsweise Verwendung. Aus einem am Ofen angebrachten Behälter fließt der Brennstoff nach einem Brenner, in dem er vergast und aus dessen Löchern dann das Gas ausströmt, um zu verbrennen. Öfen mit Petroleumheizung werden meist nur in kleineren Formen und zur gelegentlichen Verwendung benutzt, z. B. wenn im Frühjahr und Herbst die vorhandene Zentralheizung nicht in Betrieb genommen werden soll oder wenn die vorhandene Heizungseinrichtung verlagert oder selten benutzte Räume rasch erwärmt werden sollen; in solchen Fällen kann die Ableitung der Verbrennungsgase unterbleiben, die aber bei regelmäßiger Benutzung notwendig ist. Die Petroleumöfen werden in verschiedenen Bauarten hergestellt, mit leuchtender oder entleuchteter Flamme, mit und ohne Zylinder. Nach der Bauart von Grube liefert Emil Wille & Cie. in Berlin Öfen, bei denen das Petroleum in einem großen Brenner zur Verbrennung kommt;

die dabei entstehenden heißen Gase werden durch ein längeres lotrechtes Blechrohr oder durch ein Rohrsystem geleitet, welches von der Raumluft umspült wird. Die der Petroleumflamme zuzuführende Verbrennungsluft wird vorgewärmt. Die Öfen werden mit und ohne Ableitung der Verbrennungsgase gebaut. Andre ähnliche Formen werden von Ludolphi in Hamburg, Friedrich Siemens in Dresden u. a. gebaut. Einen Petroleum-Gasofen liefert Reinhold in Berlin.

#### Zentralheizung.

Als Träger der an einer für mehrere oder sämtliche Räume eines Gebäudes angebrachten Feuerstelle erzeugten Wärme wird Luft, Wasser oder Wasserdampf verwendet und hiernach Luft-, Wasser- und Dampfheizung unterschieden.

Wird die zur Heizung dienende Luft unmittelbar durch einen mit Feuerung versehenen Ofen erhitzt, so heißt die Anlage Feuerluftheizung oder kurzweg **Luftheizung**. Wird die Heizluft durch Berührung mit Heizkörpern erwärmt, welche von heißem Wasser oder Dampf durchflömt werden, so werden die Anlagen als Wasserluftheizung bzw. Dampfluftheizung bezeichnet. Eine weitere Abart ist die Dampfwasserluftheizung, wenn zunächst Dampf erzeugt, dann mittels desselben Wasser erhitzt und dieses zur Erwärmung der Heizluft benutzt wird. Bei allen Arten der Luftheizung wird die erwärmte Luft den zu heizenden Räumen durch Kanäle zugeleitet. Abarten der Dampf- und der Wasserheizung sind die Dampfwasserheizung und die Heißwasser-warmwasserheizung; bei beiden Heizsystemen werden die Räume durch in ihnen aufgestellte, mit warmem Wasser gespeiste Heizkörper erwärmt; die Erwärmung dieses Heizwassers erfolgt bei der erstgenannten Art durch an der Zentralfeuerstelle erzeugten Dampf, beim andern System durch dort hochehitztes Wasser. — Bei der Luftheizung und ihren erwähnten Abarten wird die zu erwärmende Luft aus den Räumen selbst entnommen: Heizung mit Luftumlauf (Zirkulationsheizung), oder sie wird von außen als Frischluft eingeführt: Heizung mit Lüfterneuerung (Ventilationsheizung).

Die allgemeine Anordnung beider Heizungsarten zeigt Fig. 19; für die Räume des Sockelgeschosses ist Umlaufheizung angeordnet. Die Luft tritt aus diesen Räumen durch Kanäle *a* in die Heizkammer *A*, in welcher der Luftheizungssofen *B* steht, erwärmt sich an den Heizflächen desselben und strömt dann durch Kanäle *b* wieder in die Räume zurück. Die andern Geschosse sind mit Heizung durch erwärmte frische Luft versehen, die von außen durch Kanal *C* entnommen wird, in der Heizkammer sich erwärmt und durch Kanäle *c* in die zu heizenden Räume gelangt. Die aus diesen zu entfernende Luft wird durch Kanäle *d* über Dach oder in den mit Oeffnungen versehenen Dachboden geleitet (f. Lüftung). Die Anordnung zweier, von entgegengesetzter Seite zugeführter Frischluftkanäle *C* erfolgt häufig, um je nach der Windrichtung nur den Kanal benutzen zu können, bei dem durch Windanfall die Luftbewegung nach der Heizkammer *A* nicht gehemmt wird. Die Luft wird in letzterer zweckmäßig auf nicht mehr als 50° C. erwärmt. Die Regelung der Wärmezuführung zu den Räumen entsprechend deren wechselndem Wärmebedarf erfolgt durch Aenderung der Menge der zugeführten Luft mittels in die Kanäle eingesetzter Klappen oder Schieber oder durch Aenderung der Lufttemperatur durch Mischen von erwärmter und kalter Luft, wie die Fig. 19 an dem Kanal *e* zeigt. Wird mit Frischluft geheizt, so wird vielfach eine Reinigung derselben vor ihrem Eintritt in die Heizkammer durch Filter aus feinen Drahtgittern oder Tüchern (f. Lüftung ge-

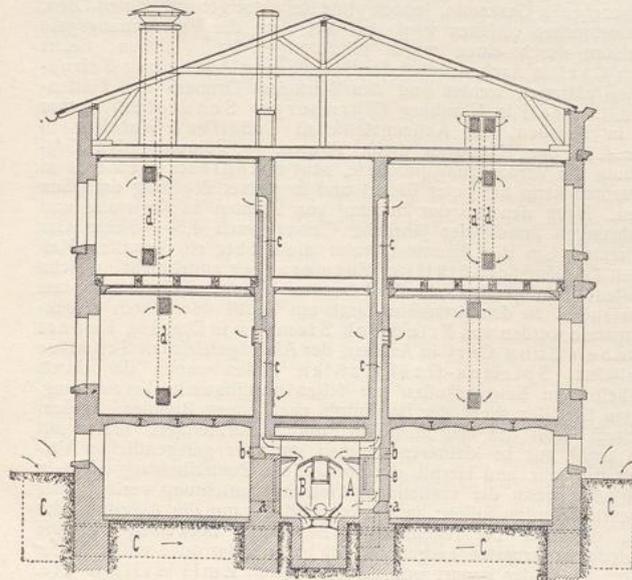


Fig. 19.

geschlossener Räume) vorgenommen; gewöhnlich wird auch noch die erwärmte Luft durch Wasserbrausen oder -verdunstungsgefäße befeuchtet. Die mit Feuerung versehenen Luftheizungsöfen (Kalorifer) werden gewöhnlich aus Gußeisen hergestellt; der Feuerherd wird dann gemauert oder auch aus gußeisernen, mit feuerfestem Ton ausgefüllten Teilen zusammengesetzt. Die zur Ausführung kommenden Ofenformen sind sehr verschieden; ein Beispiel nach einer Ausführung von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover zeigen Fig. 20u. 20a. Die Feuergase durchziehen vom Feuerherd *A* aus, der mit Schachtfeuerung *T* versehen ist, einen ausgefüllten Verteilungskanal *B* und gelangen dann durch mehrere gerippte Feuerkanäle *C* in die Kanäle *D*, welche in den Rauchkanal *S* münden; die zu erwärmende Luft umspült auf ihrem Weg vom Kanal *K* durch die Heizkammer die heißen Ober-

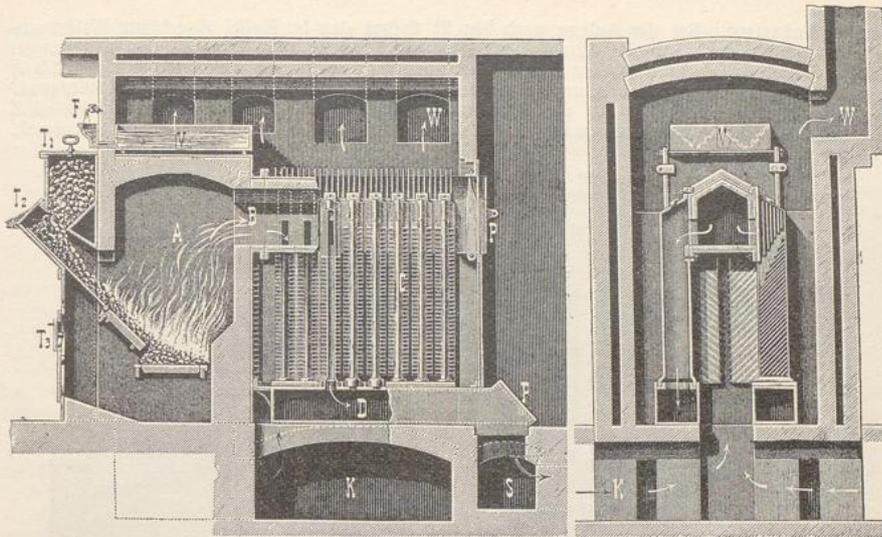


Fig. 20.

Fig. 20a.

flächen und strömt durch die an der Decke mündenden Kanäle *W* nach den zu heizenden Räumen; zur Luftbefeuchtung ist auf den Ofen eine mit Wasser gefüllte Schale *V* gesetzt; zur Reinigung der Feuerzüge sind Türen *P* angebracht. Bei der Luftheizung wird die Bewegung der Heizluft von der Heizkammer nach den Räumen nur durch den Auftrieb erzeugt, der aus dem Unterschied der spezifischen Gewichte der kalten und der erwärmten Luft entsteht. Reicht dieser Auftrieb nicht aus, so muß die Luft durch Gebläse (Ventilatoren) nach den zu heizenden Räumen getrieben werden. Bei dem Kalorifer von H. Kori in Berlin sind strahlenförmig um den ausgemauerten Feuerherd Heizkästen angeordnet, deren Querschnitt nach unten zu abnimmt; die Feuergase durchziehen diese Kästen von oben nach unten, sammeln sich in einem unter dem Feuerherd in der Einmauerung angebrachten Raum und treten aus diesem in den Schornstein. Die eigenartige Form dieser Feuerzüge ergibt eine vorteilhafte Ausnutzung der Verbrennungsgase.

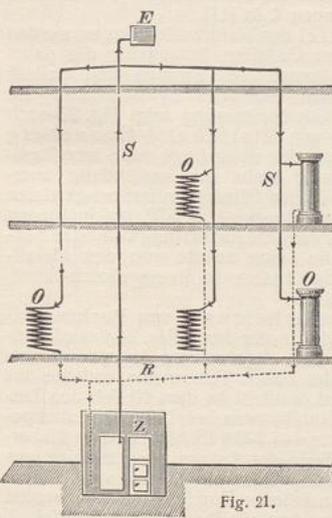


Fig. 21.

Die Luftheizung eignet sich für kleinere Wohnhäuser, Schulen, Krankenhäuser und Kirchen, aber wegen der anzubringenden Kanäle im allgemeinen nur für Neubauten; sie eignet sich ferner, wenn starke Lüftung verlangt ist und die Anlagekosten niedrig sein sollen, dagegen nicht für ausgedehnte Gebäude, wenn nicht Gebläse zur Luftbewegung benutzt werden.

Bei der Wasserheizung wird je nach der Temperatur *t*, auf welche das Wasser im Heizkessel erhitzt wird, unterschieden: Niederdruck- oder

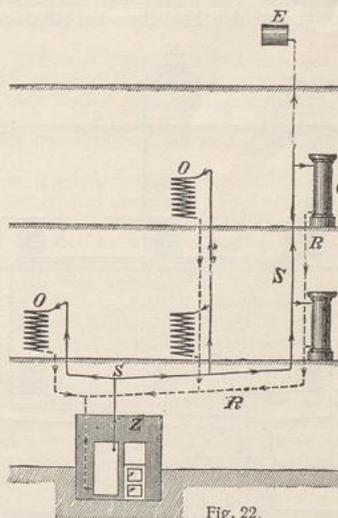


Fig. 22.

Warmwasserheizung, *t* bis 90° C.; Mitteldruckwasserheizung, *t* = 100—130° C.; Hochdruck- oder Heißwasserheizung, *t* = 150—200° C. Sämtliche Systeme gleichen sich darin, daß das Wasser in einem Heizkessel erhitzt, dann nach den in den Räumen aufgestellten Heizkörpern geleitet wird, dort Wärme abgibt und dann wieder in den Kessel zurückfließt; es entsteht also während des Betriebes ein stetiger Umlauf in der ganzen Anlage, der durch den Unterschied in dem Gewicht des Wassers im steigenden und im fallenden Teil der Leitung hervorgebracht wird.

Die Fig. 21 und 22 veranschaulichen die gebräuchlichen Anordnungen bei der Warm-

wasserheizung. Bei der Anlage nach Fig. 21 fließt das im Kessel *Z* erhitzte Wasser unmittelbar durch das Hauptsteigrohr *S* nach dem Dachboden; dort zweigen die Verteilungsleitungen ab, an deren höchstem Punkt das offene Ausdehnungs- oder Expansionsgefäß *E* angeschlossen ist. Von den Verteilungsleitungen führen Fallfränge das Wasser den Heizkörpern *O* zu, aus denen es abgekühlt in die Rücklaufleitungen *R* gelangt, die es in den Kessel *Z* zurückführen. Von dieser Anordnung unterscheidet sich die in Fig. 22 angedeutete dadurch,

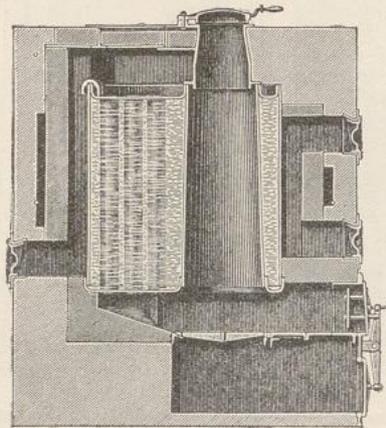


Fig. 23.

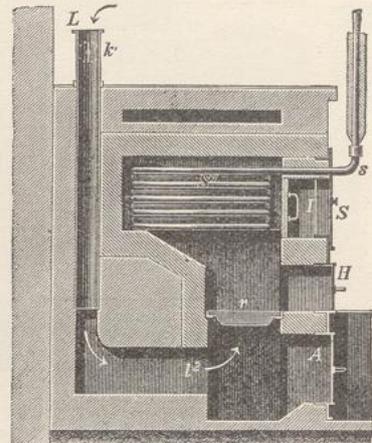


Fig. 25.

daß die Verteilung des warmen Wassers an der Kellerdecke erfolgt; einzelne Steigrohre *S* führen zu den Heizkörpern *O*; das abgekühlte Wasser fließt wieder durch die Rücklaufleitungen *R* in den Kessel *Z* zurück. Die höchsten Punkte der Steigrohre stehen durch Luftleitungen mit dem Ausdehnungsgefäß *E* in Verbindung, oder es werden einige Entlüftungsventilchen an den Heizkörpern angebracht. Eine dritte Anordnung ist ähnlich der ersten; die Fallfränge dienen aber nicht nur zur Zuleitung des heißen Wassers zu den Heizkörpern, sondern sie nehmen auch das aus diesen abfließende Wasser wieder auf und leiten es zu den darunter stehenden Heizkörpern. — Welche von diesen drei Anordnungen im einzelnen Fall für die Ausführung zu wählen ist, hängt von den baulichen Verhältnissen ab. Andre Anordnungen s. in [17].

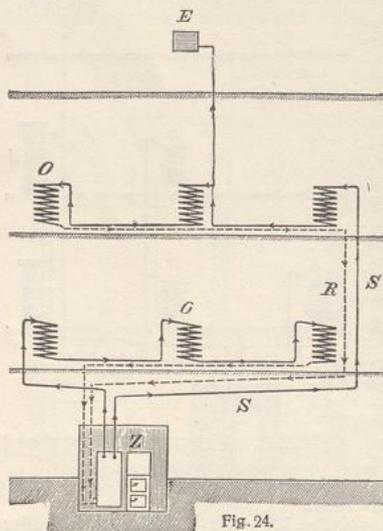


Fig. 24.

Steigrohre *S* nach als Rohrchlängen gebildeten Heizkörpern *O* führen, aus denen das Wasser nach den Feuerchlangen durch die Rücklaufleitungen *R* zurückfließt. Um die infolge der Erhitzung des Wassers entstehende Volumvergrößerung desselben aufzunehmen, ist wieder ein Ausdehnungsgefäß *E* mit dem Rohrsystem zu verbinden; das Gefäß ist aber hier geschlossen. Dieser Abschluß wird auch durch ein Sicherheitsventil bewirkt und kann dann durch Veränderung der Belastung desselben der Druck und damit die Temperatur des Wassers im Heizsystem

Die Heizkessel der Warmwasserheizung werden aus Schmiede- oder Gußeisen hergestellt; die dabei zur Anwendung kommenden Formen sind äußerst mannigfaltig. Einen stehenden Zylinderkessel mit Feuerrohren und Koksfülleuerung zeigt Fig. 23 nach einer Ausführung von Rießchel & Henneberg in Berlin. Beispiele der neuerdings nach amerikanischem Vorbild immer mehr zur Anwendung kommenden, aus gußeisernen Gliedern zusammengesetzten Heizkessel zeigen die in Bd. 4, S. 570, beschriebenen Gliederkessel, und zwar eine Ausführung vom Strebelwerk in Mannheim, eine zweite von den Metallwerken Bruno Schramm in Ilversgehofen-Erfurt, worauf wir verweisen.

Die Heißwasserheizung, von Perkins zuerst angegeben, wird in der durch Fig. 24 veranschaulichten oder in etwas abgeänderter Anordnung ausgeführt. Wegen der hohen Temperatur, auf die das Wasser erhitzt wird, entsteht in dem Kessel, den Leitungen und den Heizkörpern bei 150° Wassertemperatur 4 Atmosphären, bei 200° 15 Atmosphären Ueberdruck; sämtliche Teile der Anlage werden daher aus geschweißten schmiedeeisernen Röhren von 23 mm innerem und 33 mm äußerem Durchmesser, sogenannten Perkinsröhren, hergestellt. Die Heizkessel *Z* (Fig. 24) enthalten je nach der Ausdehnung der Anlage eine oder einige Rohrchlängen, von denen die

geregelt werden. Das Beispiel eines Heizkessels zeigt Fig. 25 nach einer Ausführung von Gebr. Poensgen in Düsseldorf. An die über dem Rost *r* liegende Feuerfchlange *S*<sup>1</sup> schließt oben das Steigrohr *s* und unten die nicht angegebene Rücklaufleitung an; der Feuerraum ist mit Türen *S* und *H*, der Aschenfall mit der Türe *A* und der durch eine Klappe *k* regelbaren Luftzuführung *L* versehen.

Die Mitteldruckwasserheizung wird gewöhnlich der Heißwasserheizung nachgebildet und unterscheidet sich von dieser dann nur durch die geringere Wassertemperatur und dementsprechend durch geringeren, im ganzen System herrschenden Druck. Die Regelung der Wärmeabgabe der Heizkörper der Wasserheizung erfolgt durch eingeschaltete Ventile oder Hähne; neuerdings werden bei Warmwasserheizungen auch Apparate angewendet, z. B. nach der Angabe von Porges, die selbsttätig, entsprechend der Raumtemperatur, den Wasserzufluß zum Heizkörper ändern. Die Warmwasserheizung eignet sich für Wohnhäuser besserer Art, für Schulen, Gewächshäuser, Krankenhäuser und öffentliche Gebäude, überhaupt überall da, wo ungeförter und billiger Betrieb sowie milde Wärme verlangt wird und die größeren Anlagekosten nicht scheut werden; bei sehr ausgedehnten Gebäuden müssen mehrere Kessel verteilt angeordnet werden. Bei kleineren Wohnhäusern (Villen) wird der Kessel auch gern mit dem Küchenherd verbunden, um die Bedienung zu vereinfachen; solche Anlagen werden in der neueren Zeit vielfach unter dem Namen Etagenheizung eingerichtet. Die Heißwasserheizung eignet sich wegen der leichteren Unterbringung der engen Leitungen auch für alte Gebäude, ferner, wenn billige Anlage gefordert wird und die hohe Temperatur der Heizschlangen nicht lästig ist. Bei allen Wasserheizungen ist die Gefriergefahr zu beachten.

Die Warmwasserheizung erfordert wegen der geringen Geschwindigkeit, mit der das Wasser durch die Leitungen und Heizkörper zirkuliert, weite Röhren und gestattete nicht, Heizkörper tiefer als den Kessel zu stellen und weitausgedehnte Gebäude von einer Kesselanlage aus mit Wärme zu versorgen. Zur Beseitigung dieser Nachteile sind daher neuerdings Anordnungen angegeben und ausgeführt worden, bei denen der Wasserumlauf erheblich beschleunigt wird. Die meisten dieser neueren, als Schnellumlauf- oder Ueberstromheizung bezeichneten Systeme wirken dadurch, daß Dampf dem Wasser beigemischt und damit das mittlere spezifische Gewicht der aufsteigenden Wasserfäule sehr vermindert, der Auftrieb, der aus dem Gewichtsunterschied dieser und der abgekühlten fallenden Wasserfäule entsteht, also stark erhöht wird. Bei der von Reck angegebenen, vom Strelbelwerk in Mannheim u. a. ausgeführten Warmwasserheizung wird der Dampf in einem kleinen Niederdruckkessel erzeugt und dem Wasser des Steigrohrs in einem unter dem Ausdehnungsgefäß angebrachten Mischgefäß geräuschlos zugeführt; das Gemisch gelangt durch ein Auftriebsrohr in das Ausdehnungsgefäß; der dort sich wieder abscheidende Dampf wird in einer meist unter dem Mischgefäß angebrachten Kondensationsheizfläche verdichtet, durch die das vom Wasserheizkessel nach dem Mischgefäß strömende Wasser fließt. Das Kondensationswasser wird dem Heizkessel zugeleitet, in den wie gewöhnlich die Sammelleitungen münden, die das in den Heizkörpern abgekühlte Wasser aufnehmen. Johannes Haag, A.-G. in Augsburg, führt Dampf von unten in das Steigrohr ein, der durch einen im Wasserheizkessel oder in dessen Feuerzug angebrachten Verdampfer erzeugt wird, der auch besonders aufgestellt werden kann.

Brückner in Wien, Gebr. Körting in Körtingsdorf, Bruun & Sorensen in Aarhus u. a. führen Wasserheizungen aus, bei denen das Wasser im Kessel etwas über 100° erhitzt wird, so daß sich in einer gewissen Höhe über letzterem Dampf aus dem Wasser entwickelt, der sich mit diesem mischt und dadurch die erhöhte Umlaufgeschwindigkeit erzeugt; durch besondere Einrichtung (Verdichter, Kühler u. f. w.) wird mittels des abgekühlten Rücklaufwassers der sich aus dem Gemisch wieder abscheidende Dampf verdichtet.

David Grove in Berlin baut Schnellumlaufheizungen nach der Angabe von Göbel, der zur Beschleunigung des Umlaufs einen besonderen Antriebskreislauf anordnet. Die Zentralheizungswerke in Hannover-Hainholz u. a. erzeugen die erhöhte Umlaufgeschwindigkeit mit Hilfe von Pumpen, welches Mittel schon vor vielen Jahren bei Heißwasserverförgungen amerikanischer Städte zur Bewegung des Wassers verwendet worden ist. Die erstgenannten Werke benutzen elektrisch angetriebene Zentrifugalpumpen oder besonders konstruierte Niederdruckdampfplumometer und regeln die Umlaufgeschwindigkeit des Wassers durch Einstellung der treibenden Wasserfäule, indem zwei übereinander stehende offene Gefäße angeordnet werden, von denen das obere mit dem Vorlauf, das untere mit dem Rücklauf der Heizungsanlage verbunden wird, so daß die Entfernung der Wasserspiegel in den beiden Gefäßen die treibende Wasserhöhe ergibt. Durch Pumpwirkung können natürlich Warmwasserheizungen mit beliebiger Temperatur im Vorlauf des Heizsystems und geringem Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklauf betrieben werden. Auch andre Mittel zur Erzeugung größerer Umlaufgeschwindigkeit sind angegeben und verwendet worden. Bruun & Sorensen in Aarhus bauen Warmwasserheizungen nach der Angabe von Jörgensen, bei denen in das Steigrohr Luft mit Hilfe einer Dampfstrahlpumpe eingeblasen und dadurch ein Gemisch von geringerem spezifischen Gewicht erzeugt wird. Zum Betrieb der Pumpen ist Dampf notwendig, der einer vorhandenen Dampfleitung zu entnehmen ist oder in einem Kessel erzeugt werden muß, der dann auch zur Erwärmung des zur Heizung benutzten Wassers verwendet werden kann. Janack & Vetter in Berlin verwenden ebenfalls Dampf zur Vergrößerung der Geschwindigkeit des Wasserumlaufs, indem das beliebig erwärmte Wasser aus dem Ausdehnungsgefäß durch einen mit Niederdruckdampf betriebenen Puffator in ein 1—2 m höher stehendes Staugefäß gehoben wird, von dem es durch das Heizrohrsystem dem Ausdehnungsgefäß wieder zufließt.

Die Dampfheizung wirkt dadurch, daß der in einem Kessel erzeugte Wasserdampf nach in den Räumen aufgestellten Heizkörpern geleitet wird, dort Wärme abgibt und sich dabei kondensiert. Je nach der Dampfspannung wird Hochdruck- oder Niederdruckdampfheizung

unterschieden; bei ersterer wird in konzessionspflichtigen Dampfkesseln (f. d.) Wasserdampf von einigen Atmosphären Spannung erzeugt, die dann gewöhnlich durch ein Druckverminderungsventil auf die als Betriebsdruck zweckmäßige Spannung von 1–2 Atmosphären Ueberdruck gemindert wird. Die Anordnung der Leitungen erfolgt wie bei der Wasserheizung derart, daß die Verteilung der Zuführung auf dem Dachboden oder im Keller erfolgt (vgl. Fig. 21 und 22), Steigstränge dann den Dampf zu den Heizkörpern führen und das Kondensationswasser zurückgeführt wird, um gewöhnlich wieder zur Kesselspeisung verwendet zu werden. Die Scheidung des Dampfes vom Kondensationswasser erfolgt durch Dampfwasserableiter, auch Niederschlagswasser-, Kondensationswasserableiter, Kondensstopf, Selbstleerer, Automat genannt (vgl. Kondensationswasserableiter und Wasserabscheider).

Bei der Niederdruckdampfheizung wird die Betriebsspannung des Dampfes nicht über 0,3 Atmosphären Ueberdruck genommen, gewöhnlich sogar erheblich geringer; der Dampf kann daher in nicht konzessionspflichtigen Kesseln erzeugt werden, die aber mit einem Standrohr oder einer andern behördlich zugelassenen Sicherheitseinrichtung, die den Kesseldruck nicht über 0,5 Atmosphären Ueberdruck steigen läßt, versehen sein müssen. Die Niederdruckdampfheizungen werden entweder im wesentlichen wie die Hochdruckdampfheizungen ausgeführt, wobei dann die Regelung der Wärmeabgabe der Heizkörper durch Aenderung der in dieselben strömenden Dampfmenge mittels Ventilen oder Hähnen bewirkt wird, oder es werden besondere Systeme angewendet, die als offene oder geschlossene bezeichnet werden. Bei zahlreichen, nach der zuerst von Bechem & Post in Hagen angegebenen Einrichtung ausgeführten Anlagen erfolgt die Verteilung des Dampfes im Keller; die von dort nach den Heizkörpern gehenden Dampfleitungen dienen aber zugleich als Rückleitung des niedergefchlagenen Wassers, das unmittelbar wieder in den Kessel fließt.

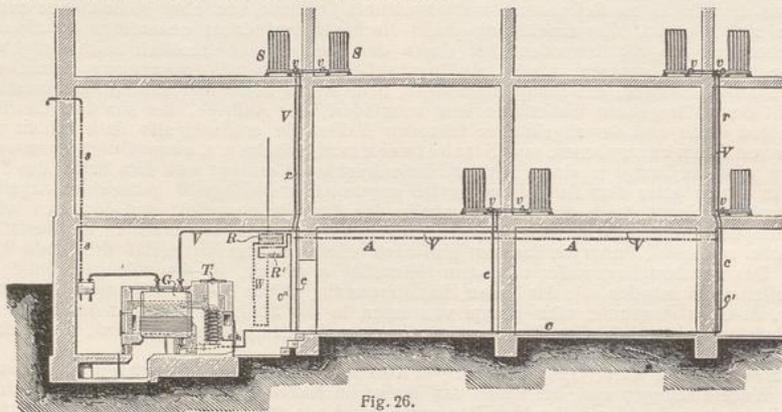


Fig. 26.

Die Regelung der Wärmeabgabe der Heizkörper erfolgte bei diesen älteren Anlagen vielfach durch Umkleidung der Heizkörper mit einem wärmedichten Mantel (Isoliermantel), der mit Klappe oder Schieber versehen wurde, um je nach Bedarf mehr oder weniger Raumluft oder frische Außenluft an der Heizfläche vorbeiströmen und sich erwärmen zu lassen. Neuerdings wird diese Einrichtung wegen des hygienischen Nachteils der schwierigen Reinigung der schnell verstaubenden Heizkörper selten ausgeführt. Die neueren Heizungssysteme bedingen besondere Anordnungen der Leitungen für den Dampf, das niedergefchlagene Wasser und gegebenenfalls für die aus den Heizkörpern zu entfernende Luft. Die Entlüftung erfolgt durch an den Heizkörpern angebrachte selbsttätig wirkende Entlüftungsventile oder zentral durch ein gemeinsames, ins Freie mündendes Rohr oder durch einen zentralen Entlüftungsapparat, der das Durchblasen von Dampf durch das Entlüftungsrohr verhindert. Bei Niederdruckdampfheizungen, deren Heizkörper mit der Kondensleitung in offener Verbindung stehen, muß dafür geforgt werden, daß nicht Dampf aus den Heizkörpern in die Kondensleitung und durch diese auch in die andern Heizkörper strömen kann, da sonst Störungen und Geräusch im Heizsystem entstehen. Hierzu werden entweder Regelungsventile verwendet, die in jeden Heizkörper nicht mehr Dampf eintreten lassen, als in ihm kondensiert wird; oder es werden Dampfstaure (Kondensstaure) angebracht, die in verschiedener Bauart hergestellt werden und nur das niedergefchlagene Wasser und Luft durchlassen. Eine Regelungsart besteht darin, daß die Heizkörper zum Teil mit Wasser gefüllt werden; da der mit Dampf gefüllte Teil eine größere Wärmeabgabefähigkeit besitzt als der mit Wasser gefüllte, so wird der Heizkörper um so weniger Wärme an den zu heizenden Raum abgeben, je mehr Wasser er enthält. Die Füllung mit Wasser erfolgt nun durch den Dampfdruck aus einem Wassergefäß, das an jedem Heizkörper oder gemeinsam für alle angebracht ist; je weiter ein in die Dampfzuleitung eingeschaltetes Ventil geöffnet wird, desto größer wird die Spannung im Heizkörper und desto weniger hoch kann der Dampf aus dem Wassergefäß Wasser nach dem Heizkörper pressen. Solche Einrichtungen wurden von W. Schweer u. a. angegeben und ausgeführt. Die selbsttätige Regelung der Heizkörper zur Erhaltung einer gleichmäßigen Raumtemperatur wird neuerdings angestrebt. Fritz Kaeflerle in Hannover benutzt dazu elektrischen Strom, der durch ein Elektrothermometer beeinflusst wird und auf das hierzu

befonders gestaltete Dampfeinlaßventil des Heizkörpers wirkt. Eine wirkfame Entlüftung und damit gleichmäßige Ausbreitung des Dampfes im Heizkörper erzielt dieselbe Firma durch die Einführung des Dampfes mittels eines einfachen Injektors. Dieser saugt die Luft an und treibt sie mit dem Dampf durch alle Teile des Heizkörpers, bis die Luft aus diesem nach der Entlüftungsleitung verdrängt ist.

Bei den bisher erwähnten Arten der Niederdruckdampfheizung treten die Heizkörper und Leitungen beim Stillstand des Betriebs mit der Atmosphäre in Verbindung; im Gegensatz zu diesen sogenannten offenen Heizsystemen kennzeichnen sich die geschlossenen dadurch, daß sie gegen die Außenluft immer abgeperrt bleiben. Es geschieht dies in der Absicht, das Rosten der Leitungen möglichst zu vermindern, hauptsächlich aber, um durch teilweise Füllung der Heizkörper mit Luft in derselben Weise eine Aenderung der Wärmeabgabe zu erzielen, wie dies bei der erwähnten Schwerkrafts Anordnung unter Zuhilfenahme von Wasser geschah. Solche sogenannten geschlossene Heizsysteme werden zurzeit von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover, Käuffer & Cie. in Mainz, Schäffer & Walcker A.-G. in Berlin u. a. ausgeführt. Fig. 26 zeigt die Körtingsche Anordnung. Von dem Kessel *G*, der mit Füllfeuerung *T* und Standrohr *s* ausgerüstet ist, strömt der Dampf durch die Leitungen *V* in die Oefen *S* je nach der Einstellung der an diesen angebrachten Ventile *v*. Die aus den Heizkörpern *S* verdrängte Luft und das Niederschlagswasser werden durch die Leitungen *r* abwärts geführt; das Wasser fließt durch die Röhren *c* in den Kessel, die verdrängte Luft geht durch ein Rohr *A* in das Luftgefäß *R*<sup>1</sup>, aus dem dann eine entsprechende Wassermenge durch die Rohrschleife *W* in das Gefäß *R* verdrängt wird. Je nach der Einstellung der Ventile *v* wird ein Teil des Heizkörpers sich mit Dampf füllen, also heiß werden, der andre Teil wird mit Luft gefüllt, also kalt bleiben; die wärmeabgebende Fläche läßt sich daher in einfacher Weise ändern. Gewöhnlich aber läßt Körting den durch die Ventile *v* in die Heizkörper eintretenden Dampf sich mit der in diesen befindlichen Luft mischen, indem der Dampf aus feinen Düsen in die einzelnen Glieder der Heizkörper strömt. Hierdurch wird das Gemisch von Dampf und Luft in stetem Umlauf gehalten und der Heizkörper erhält eine gleichmäßige Temperatur, deren Höhe von der Menge des einströmenden Dampfes, also von der Einstellung des Ventils *v* (Fig. 26), abhängt. Dieses Luftumwälzungsverfahren ergibt demnach eine je nach dem Wärmebedarf genau regelbare mäßige Temperatur der Heizkörper wie die Warmwasserheizung. Statt des Standrohrs *s* wird am Kessel gewöhnlich ein Apparat (Standrohrregulator) angebracht, durch den die Luftzuführung zur Kesselfeuerung und damit die Dampferzeugung nach dem Wärmebedarf selbsttätig geregelt wird, durch dessen Einstellung aber auch der Dampfdruck geändert und die Heizwirkung generell geregelt werden kann. Bei der Käufferischen Anordnung (Fig. 27) wird die Luft nach einem gasometerartigen Gefäß *C* verdrängt und fließt aus diesem wieder in die Heizkörper *B* zurück, wenn durch Engstellen der Dampfventile *e* an denselben weniger Dampf in die Heizkörper treten kann, die Spannung also in ihnen sinkt. Die von Schäffer & Walcker ausgeführte Anordnung benutzt einen als geschlossenes Gefäß hergestellten Luftdruckregler, der oben mit der Dampfzuführung, unten mit der Niederschlagswasserleitung in Verbindung steht, so daß im Gefäß das Niederschlagswasser eine gewisse Höhe einnimmt. Hierdurch wird ein Schwimmer bewegt, der auf ein an der Dampfzuführung angebrachtes Ventil wirkt. Wird ein Heizkörper angefüllt, so treibt der Dampf die Luft aus diesem nach dem Luftdruckregler, der Wasserspiegel und der Schwimmer sinken, letzterer schließt den Dampfzutritt ab, so daß der im Gefäß sich noch befindliche Dampf verdichtet und der verdrängten Luft Platz macht. Wird ein Heizkörper abgestellt, so bewirkt die in ihm durch die Kondensation entstehende, sich nach dem Regler fortpflanzende Druckverminderung, daß der Wasserspiegel sich hebt, der Schwimmer steigt und dieser das Dampfventil öffnet; der nun einströmende Dampf drückt einen Teil der im Regler enthaltenen Luft durch ein über dem Wasserspiegel mündendes, nach der Niederschlagswasserleitung führendes Rohr und durch diese nach dem abgestellten Heizkörper, der hierdurch erkaltet.

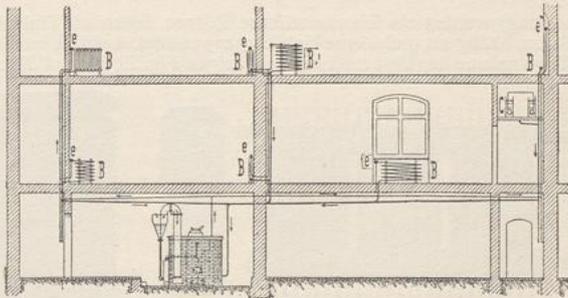


Fig. 27.

Die Dampfkeffel der Niederdruckheizung werden in zahlreichen Formen ausgeführt; sie erhalten meist Füllfeuerung zur Vereinfachung der Bedienung und sind gewöhnlich wie die neueren Warmwasserheizkeffel aus gußeisernen Gliedern (Elementen, i. Gliederkeffel) oder für größere Anlagen auch aus einem schmiedeeisernen Röhrenkeffel und einem gußeisernen Gliederkeffel zusammengebaut. Zur selbsttätigen Regelung der Verbrennung werden sie mit besonderen Apparaten (Zug- oder Verbrennungsregler) ausgerüstet. Ein Beispiel eines solchen Keffels zeigt Fig. 28 nach einer Ausführung von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover; der Füllschacht besteht aus mehreren senkrecht stehenden, in zwei Reihen angeordneten, untereinander verbundenen Elementen, die oben mit dem Dampfraum des Röhrenkeffels in Verbindung stehen und unten einen hohlen, vom Kesselwasser durchflossenen Roß bilden. Vor dem Schachtroß ist ein Standrohrregulator angebracht, der eine Verbindung der Standrohrreinrichtung mit der Verbrennungsregelung darstellt.

Eine Abart der Niederdruckdampfheizung bildet die Abdampfheizung, bei welcher der Abdampf von Dampfmaschinen zur Heizung verwendet wird, wie dies besonders in Fabriken manchmal geschieht; es ist jedoch darauf zu achten, daß diese Benutzung des Abdampfes die Leistung der Maschine nicht ungünstig beeinflusst.

Die Heizkörper der Wasser- und Dampfheizung (mit Ausnahme der Heißwasser-

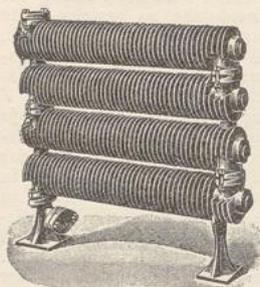


Fig. 31.

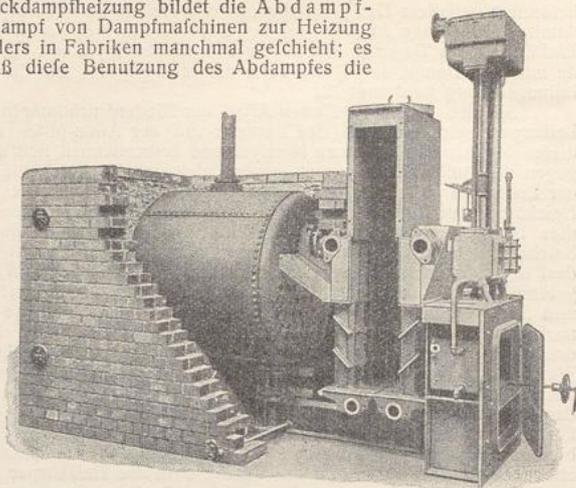


Fig. 28.

heizung) werden als schmiedeeiserne Röhren, selten als säulenförmige, von Röhren durchzogene Oefen, häufig als gußeiserne Hohlkörper gebildet. Letztere werden meist mit Außenrippen versehen (Rippenelemente, Rippenrohre) und zeigen Fig. 29, 30 und 31 einige der gebräuchlichen Formen.

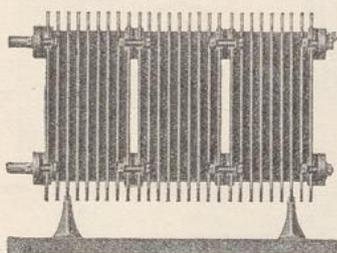


Fig. 33.



Fig. 33 a.

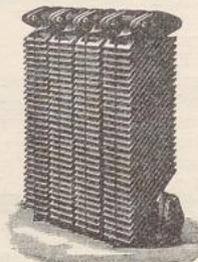


Fig. 30.

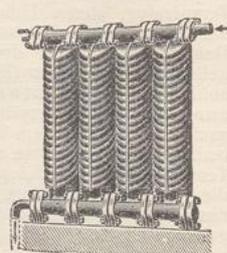


Fig. 29.

In neuerer Zeit werden nach amerikanischem Vorbild glatte, nur mit aufgegoffenen Verzierungen verfehene Heizkörper (Radiatoren, Reihenglieder) immer mehr angewendet, da sie nicht ungeschön wirken und daher ohne Umkleidung in den Räumen aufgestellt werden können. Fig. 32 zeigt einen solchen Heizkörper (Käuffer & Co.), die auch emailliert, lackiert und in anderer Weise verziert zur Anwendung kommen. Neuerdings werden auch kastenförmige Heizkörper mit senkrechten Rippen (Kastenheizkörper) angewendet, von denen Fig. 33 und 33a eine Ausführung vom Strebelwerk in Mannheim veranschaulichen. Einfach gefaltete Heizkörper werden häufig mit Verkleidungen oder Mänteln aus Eisenblech, Kunstschmiedearbeit, Messing, Marmor, Majolikafliesen u. f. w. versehen, die Oeffnungen für den Zu- oder Austritt der Raumluft besitzen.

Die Hochdruckdampfheizung eignet sich für ausgedehnte Gebäudeanlagen und kann dann in Verbindung mit der Dampf- und Dampfheizung gebracht werden, wenn es sich empfiehlt, einzelne Räume mit warmem Wasser oder heißer Luft zu heizen. Wegen der konzessionspflichtigen Dampfessel ist die Anlage nicht immer ausführbar. Die Niederdruckdampfheizung eignet sich für Wohngebäude, Schulen, Krankenhäuser, Verwaltungsgebäude und wird wegen ihrer guten Regelungsfähigkeit und des gefahrlosen Betriebs viel angewendet.

Für die zulässige größte Ausdehnung der Zentralheizungsrohre in wagerechter Richtung gelten im allgemeinen folgende Werte: Luft- und Wasserdampfheizung, wagerechte Entfernung der Luftkanäle vom Ofen aus bis 12 m; Warmwasserheizung, wagerechte Entfernung der Rohrleitung vom Kessel aus bis 100 m; Heißwasserheizung, Gesamtlänge eines Rohrsystems vom Kessel nach den Heizkörpern und wieder zurück nicht über 200 m; Dampfheizung, wagerechte Ausdehnung vom Kessel aus fast unbeschränkt.

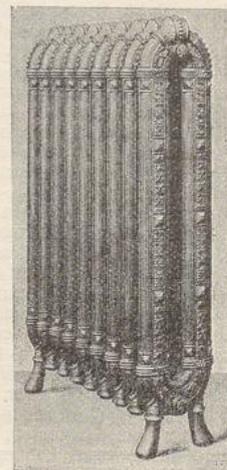


Fig. 32.

Die Verwendung des elektrischen Stromes zur Heizung ist zurzeit noch wegen der hohen Betriebskosten nur in Ausnahmefällen gerechtfertigt. Die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft in Berlin liefert elektrische Heizkörper in verschiedenen Formen, bei denen die Umwandlung der Elektrizität in Wärme dadurch erfolgt, daß der beim Durchströmen eines Metalldrahtes entstehende Leitungswiderstand eine Erhitzung des Drahtes hervorruft. Diese Drähte werden in Spiralen um lotrechte Messingröhren gewickelt, die zur Isolation mit Asbest umhüllt sind und durch welche die Raumluft behufs Erwärmung streicht. Durch Einschaltung der Drahtumwicklungen mittels zweier Griffe wird die Wärmeabgabe geregelt. Die Gesellschaft Prometheus in Frankfurt a. M. verwendet statt der Drähte leitende Edelmetallöffnungen, die in breiten Streifen auf dünnen Glimmerplatten aufgebrannt werden, um große Heizflächen zu erzielen. Unter dem Namen Leuchtende Heizöfen (Radiatoren), System Dowling, stellt diese Gesellschaft Heizkörper her, die aus einigen großen Glühlampen mit Reflektor bestehen und hauptsächlich durch Wärmestrahlung wirken. Die Kryptol-Gesellschaft in Berlin baut Öfen und Kamine in verschiedener Form, welche einen Heizeinsatz besitzen, der die Kryptolpatronen enthält; das sind Glasröhren, welche mit einer aus Graphit, Kohle und andern Materialien hergestellten Masse gefüllt sind, durch welche der elektrische Strom behufs Erzeugung von Wärme geleitet wird. Vgl. a. Beheizung der Eisenbahnen (Bd. 3, S. 340) und Dampfheizung (auf Schiffen).

Literatur: [1] Peclet, E., *Traité de la chaleur considérée dans ses applications*, nach der 3. Aufl. deutsch von C. Hartmann, 1861. — [2] Ferrini, R., *Technologie der Wärme*, deutsch von Schröter, Jena 1887. — [3] Paul, F., *Lehrbuch der Heiz- und Lüftungstechnik*, Wien 1885. — [4] Denny, E., *Chauffage et ventilation rationnelle des écoles, habitations etc.*, deutsch mit einem Anhang von E. Haefcke, 1886. — [5] Rietchel, H., *Lüftung und Heizung von Schulen*, Berlin 1886. — [6] Fanderlik, F., *Elemente der Lüftung und Heizung*, Wien 1887. — [7] Fischer, F., *Feuerungsanlagen für häusliche und gewerbliche Zwecke*, Karlsruhe 1889. — [8] Fischer, H., *Heizung und Lüftung der Räume*, 3. Teil, Bd. 4 des Handbuchs der Architektur, Darmstadt 1890. — [9] Haefcke, E., *Die Schulheizung*, Berlin 1893. — [10] Hartmann, K., *Heizung und Lüftung der Arbeitsräume*, Handbuch der praktischen Gewerbehygiene, 2. Aufl., Berlin 1894. — [11] Fischer, H., *Heizung der Theater- und Versammlungsäle*, Darmstadt 1894. — [12] Grove, D., *Ausführung von Heizungs- und Lüftungsanlagen*, Berlin 1895. — [13] Haaf, F. H., *Die Heizungsanlagen*, Leipzig 1895. — [14] Schmidt, K., *Heizung und Ventilation*, 21. Lieferung des Handbuchs der Hygiene von Th. Weyl, Jena 1896. — [15] Rietchel, H., *Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen*, 3. Aufl., Berlin 1902. — [16] Hartmann, K., *Heizung und Lüftung der Gebäude*, Bd. 1, 2. Teil der Baukunde des Architekten, Berlin 1903. — [17] Wolpert, A. und H., *Die Heizung*, Berlin 1905. — [18] Wieprecht, *Entwerfen und Berechnen von Heizungs- und Lüftungsanlagen*, 3. Aufl., Halle a. S. 1905. — [19] Scholtz, A., *Heizungs-, Lüftungs- u. f. w. Anlagen*, Bd. 4 der Allg. Baukonstruktionslehre von Breymann, Leipzig 1905. *K. Hartmann.*

**Heizung auf Schiffen**, f. Dampfheizung.

**Heizwert**, die bei der Verbrennung eines Brennstoffs frei werdende, in Wärmeinheiten ausgedrückte Wärmemenge; f. Brennstoffe.

**Hektar**, Bodenflächenmaß im metrischen System = 100 ar = 10000 qm.

**Hektogramm**, Gewicht im metrischen System = 100 g. In die deutsche Maß- und Gewichtsordnung ist die Bezeichnung nicht aufgenommen. *Plato.*

**Hektograph** (Autograph, Chromograph, Kilograph, Multigraph, Polygraph, Schapirograph). Alle diese Namen bezeichnen einfache Vervielfältigungsapparate, die darauf beruhen, daß ein Schriftstück oder eine Zeichnung mit ausgiebiger Tinte (aus Anilinfarbstoffen) verfertigt und sodann auf eine elastische Leimmasse durch Auflegen und Reiben übertragen wird. Es können nun auf glattes Papier, das z. B. durch Ueberfahren mit einer Walze auf den Leimziegel angedrückt wird, so lange Abzüge gemacht werden, als die Uebertragung, der kein Farbstoff weiter zugeführt wird, solchen abzugeben vermag.

Eine der einfachsten Anweisungen zur Herstellung von Hektographenmasse ist folgende: 100 Teile Vergolderleim werden in Wasser aufquellen gelassen, bis sich dessen Platten in weiche, hautartige Massen verwandeln, die beim Aufheben leicht zerreißen; man schmilzt ihn dann vorsichtig, kocht ihn auf und entfernt allen an der Oberfläche sich bildenden Schaum. In diesem Zustande werden 500 Teile Glycerin (28%) unter fortwährendem, vor Anbrennen schützendem Rühren zugesetzt. Die Masse läßt man noch etwas stehen, damit die Luftblasen entweichen können, und gießt sie schließlich in Blechkästchen. Eine sehr gute, aber teurere Masse erhält man aus 100 Teilen Haufenblase, 600 Teilen wasserfreiem Glycerin und 400 Teilen heißem Wasser; ihre Herstellungsart ist die gleiche wie oben angegeben, jedoch muß vor dem Eingießen in die Form durchgeseiht werden, und es ist bei der Füllung besonders darauf zu achten, daß sich keine Luftblasen bilden. Der Vorteil dieser Masse besteht darin, daß die Anilintinte nicht tief einfrinkt. In Frankreich empfahl das Ministerium für öffentliche Arbeiten die Erzeugung der Hektographenmasse aus 100 Teilen gewöhnlichem Leim, 500 Teilen Glycerin, 25 Teilen feinem Bariumsulfat oder Kaolin und 375 Teilen Wasser. Als Kopiertinte für diese Masse eignet sich am besten eine konzentrierte Lösung von Methylviolett, doch kann diese nach gefchehenem Druck nur mit Wasser, dem man etwas Salzsäure zugesetzt, entfernt werden; auch muß man noch mit kaltem Wasser nachwaschen, um jede Spur von Säure zu entfernen. Eine blaue Tinte kann man herstellen aus 10 g wasserlöslichem Anilinblau, 10 g Glycerin und ca. 100 g Wasser. Rote Kopier-

tinte läßt sich aus 10 g Diamantfuchsin, 10 g Glycerin, 10 g Alkohol und 50 g Wasser erzeugen. Manchmal wird der Tinte ein wenig Gummiarabikum zugefügt. Um den Hektographen nach Gebrauch zu reinigen und die Schrift zu entfernen, genügt Abwaschen mit warmem Wasser, doch ist die Masse dann mit Fließpapier gut abzutrocknen. Bei den verbesserten Apparaten wird eine größere Rolle mit elastischer Leimmasse versehenen Zeuges verwendet und allmählich abgewickelt. Dadurch entfällt das Waschen der benutzten Masse, weil die Tinte während der Zeit, in der das betreffende Stück unbenutzt bleibt, unwirksam wird. Hektographenpapier zum steten Wechsel wird auf maschinellm Wege durch Ueberziehen starken Papiers mit Hektographenmasse hergestellt, indem das von einer Trommel laufende Papierband den regulierbaren Auslauf des durch ein Wasserbad warm erhaltenen Massebehälters passiert. Nach dem Erstarren wird zur Vermeidung des Anklebens der Rolle die Schichtseite mit Federweiß beaufschlagt, das vor der Benutzung mittels feuchten Schwammes zu entfernen ist. Im Sommer ist der Hektograph an einem kühlen Orte, im Winter an einem mäßig warmen Orte aufzubewahren. Erklärlicherweise besteht bei allen hektographischen Apparaten der große Nachteil, daß nach verhältnismäßig sehr wenigen fatten Abzügen die Drucke immer blässer, schließlich fast unleferlich werden. Ferner sind alle mit Anilintinten hergestellten Drucke nicht lichtbeständig. Lichtbeständige und rückfichtlich der Farbstoffintensität stets gleich kräftige Drucke dagegen liefert der von seinem Erfinder Jacoben Kollograph genannte, aber als Autokopist bekanntere Apparat, der sich vom Hektographen dadurch wesentlich unterscheidet, daß die Schrift oder Zeichnung mit Campechetinte oder mit einer aus Gummiarabikum, Eisenvitriol und Galläpfelextrakt hergestellten Tinte angefertigt und in der gewöhnlichen Weise durch Anreiben auf die schwach angefeuchtete Hektographenmasse übertragen, diese an den von der Tinte berührten Stellen gerbt, wodurch diese Massenteile fähig werden, von einer über die Platte geführten Walze die fette Druckfarbe anzunehmen, während die übrigen Partien, durch Wischen nach jedem Drucke feucht erhalten, sie abflößen. Es kann eine ziemlich große Anzahl Abzüge hergestellt und die Platte sodann durch Behandeln mit heißem Wasser wieder neuerlich gebrauchsfähig gemacht werden.

Literatur: [1] Teelen, Anleitung zur Selbstanfertigung eines verbesserten Hektographen, Barmen 1883. — [2] Lehner, Die Tintenfabrikation und die Herstellung der Hektographen und Hektographiertinten, 4. Aufl., Wien 1890. A. W. Unger.

**Hektoliter**, Hohlmaß für Flüssigkeiten und trockene Körper im metrischen System = 100 l. Plato.

**Hektometer**, Längenmaß, Feldmaß im metrischen System = 100 m. In die deutsche Maß- und Gewichtsordnung ist die Bezeichnung nicht mit aufgenommen.

**Helder**, allgemeine Bezeichnung für das mit Pflanzenwuchs bedeckte Watt, von dem der Groden den höher liegenden, mit fester Grasnarbe bestandenen Teil bildet. Frühling.

**Helgen**, f. v. w. Helling (f. d.).

**Heliochromie** (Photochromie), f. Photographie.

**Heliographie**, f. Heliogravüre.

**Heliogravüre** oder Photographüre (Sonnenätzung), wird als allgemeine Bezeichnung für jene graphische Methoden zur Herstellung geätzter Druckplatten gebraucht, bei welchen mittels des Sonnenlichts das Bild auf den Aetzgrund derartig übertragen wird, daß man es mittels geeigneter Aetzmittel erhöht oder vertieft ätzen kann.

Auch das Wort Heliographie wird in derselben Bedeutung gebraucht, so daß man von heliographischer Zinkotypie, Kupferätzung u. f. w. sprechen kann. Unter Heliogravüre oder Photographüre im engeren Sinne des Wortes wird aber gegenwärtig ein ganz bestimmtes Verfahren der Herstellung von Kupferdruckplatten für Halbtonbilder, die in der Kupferdruckpresse gedruckt werden, verstanden. Dieses Verfahren ging von Fox Talbot aus; es wurde von Karl Klič in Wien in seiner gegenwärtig gebräuchlichen Form verbessert und allgemein eingeführt.

Eine polierte Kupferplatte wird mit Asphaltkorn (Aquatintakorn) versehen und daselbe angeschmolzen. Auf diese Fläche wird ein auf Pigmentpapier von einem photographischen Diapositive kopiertes Bild aufgequetscht und übertragen. Dieses negative Bild wird nach dem Trocknen unter Verwendung mehrerer (rascher oder langsamer ätzender) verschieden konzentrierter Eisenchloridlösungen geätzt, wodurch eine Tiefätzung resultiert, die im Druck ein positives Bild liefert. Zur Verhinderung einer raschen Abnutzung der Platte wird dieselbe vor dem Drucke verfährt. Die zuerst mit Benzol, dann mit einer Mischung von Schlammkreide, Alkohol und etwas Ammoniak gereinigte Kupferplatte wird mit Asphaltpulver gestaubt und bis zum Anschmelzen des Kornes erhitzt, erkalten gelassen und das auf Hanflänglichem Aetzpapier oder Pigmentpapier Nr. 105 der Londoner Autotype-Co. kopierte Pigmentbild übertragen, dieses dann zuerst in einer Tasse mit Wasser von 35° C, nachher in einer zweiten Tasse mit Wasser von 42° C entwickelt, mit kaltem Wasser abgespült, 5 Minuten in wässriger Spiritus gelegt und getrocknet. Rückseite und Rand der Platte werden mit Asphaltlack abgedeckt und das Pigmentbild nachher in vier oder drei Bädern einer Eisenchloridlösung geätzt, die durch Zusatz von Kupfer (bei Lichtzutritt) abgestumpft worden ist. Methode mit fünf (drei) Aetzbadern: Eisenchloridlösung: erste Aetze 1,400, zweite 1,370, dritte 1,340, vierte 1,310, fünfte 1,280 spez. Gew. Temperatur der Lösung 12° C, die übrigen sukzessive steigend bis ca. 20° C. Bei dieser Methode werden drei Bäder verwendet, und zwar in der Weise, daß bei lauen Uebertragungen die Ätzung mit

den Löfungen I—III, bei stärkeren aber mit II—IV stattfindet; nur im Falle befonderer Umstände, wie z. B. bei zu langsam verlaufender Aetzung, wird ein viertes Bad (Bad IV bezw. V) als Hilfsbad verwendet. Mit den konzentrierten Löfungen I—III können auch stärkere Uebertragungen geätzt werden, jedoch müssen diese Löfungen etwas wärmer verwendet werden, etwa bei 15, 17 und 20° C. Die Gesamtdauer der Aetzung soll 15—20 Minuten nicht überfchreiten. Bei einer normalen Uebertragung ist die Aetzdauer in den einzelnen Bädern ungefähr 3 Minuten in der ersten, 5—7 Minuten in der zweiten und 7—10 Minuten in der dritten Aetze; in dem sich daran schließenden Wasserbade wird nur bis zum Schließen des höchsten Lichtes einige Sekunden geschwenkt.

Der Aetzvorgang wäre ungefähr folgender: In der ersten Aetze werden die kräftigeren Schattenpartien geätzt, in der zweiten die dunkleren Mitteltöne bis zum Beginn der helleren Partien, diese werden dann im dritten Bade weitergeätzt bis nahe zu den höchsten Spitzlichtern; mit der Platte wird sodann etwas Aetze in eine Schale mit kaltem Wasser überführt und damit das höchste Licht geschlossen. Man spült mit Wasser ab, entfernt die Pigmentschicht mit einem feuchten Fließpapierbauschen, reinigt die Platte vom Asphalt mit Steinkohlenteerbenzol mittels weicher Leinenlappen. Das bei dem Aetzprozeß entstandene Kupferchlorür wird mit einer Mischung von Schlammkreide, Alkohol und Ammoniak entfernt und die Platte zur Retusche gebracht. Schließlich wird verfährt.

Rembrandt-Heliogravüre nennt man eine Kombination der Heliogravüre mit dem Rasterverfahren (f. Autotypie), wobei Kupferdruckplatten mit zarter Netzstruktur erzeugt und in Schnellpressen gedruckt werden. Das Verfahren ist gleichfalls von Karl Klietz erfunden worden und wird derzeit hauptsächlich in England für den Kunstverlag benutzt.

Die heliographisch hergestellten Landkarten und andre Reproduktionen linearer Zeichnungen werden häufig (z. B. im k. u. k. Militär-geographischen Institute in Wien) auf photogalvanischem Wege (durch galvanisches Abformen eines photographischen Pigmentreliefs) erzeugt.

Die Farbenheliogravüre (Chromo- oder farbige Heliogravüre). Als sogenannte „reine“ Farbenheliogravüre werden diejenigen vielfarbigen Abdrucke bezeichnet, die mittels eines, nicht mehrmaligen Druckes erzielt werden. Die geätzte Heliogravüreplatte wird mittels entsprechender verschiedener Farben und Tampons eingefärbt, wobei das Original als Vorbild dient, so zwar, daß die Platte förmlich übermalt wird und in der Farbegebung dem Original möglichst gleichkommt. Da dies in manchen Fällen nicht erreichbar ist, so muß an den gemachten Abdrücken noch eine Nachhilfe (Retusche) vorgenommen werden. Dieses vornehme, jedoch durch die komplizierte Herstellung teure Druckverfahren wird mehrfach durch die verschiedenen Kombinationsdrucke (f. d.) zu ersetzen gesucht.

Literatur: [1] Scamoni, Handb. der Heliographie, Berlin 1872. — [2] Husnik, Die Heliographie, Wien 1888. — [3] Geymet, Traité pratique de gravure héliographique, Paris 1885. — [4] Moock, Traité pratique d'impression photographique aux encres grasses, Paris 1888. — [5] Volkmer, Die Photogravüre zur Herstellung von Tiefdruckplatten in Kupfer, Zink und Stein, Halle a. S. 1895. — [6] Eder, Handb. der Photographie, Bd. 4: Das Pigmentverfahren und die Heliogravüre, Halle a. S. 1899. — [7] Derf., Rezepte und Tabellen, 4. Aufl., 1905. — [8] Vogel, Handb. der Photographie, Bd. 2, 4. Aufl., Berlin 1899.

**Heliometer**, bezeichnet eine bestimmte Art der zu astronomischen Messungen verwandten Mikrometer. Es ist ein sogenanntes Doppelbildmikrometer, bei dem die Verdopplung des Bildes mittels Durchschneidens des Objektivs hervorgebracht wird. Das Heliometer ist heute eines der genauesten Meßwerkzeuge, über welche die Astronomen verfügen.

Unter dem Stichwort Doppelbildmikrometer ist schon das Nötige über die Geschichte der Erfindung dieser Instrumente beigebracht worden. Nachdem durch Fraunhofer und später durch die Repsold'schen Heliometer die heute gebräuchliche Einrichtung gegeben wurde, sind gegenwärtig, abgesehen von den zwei oder drei Fraunhofer'schen Heliometern, die noch vereinzelt benutzt werden, nur noch die Heliometer neuerer Konstruktion mit sogenannter Zylinderführung der Objektivhälften in ständiger Benutzung. Die Einrichtung dieser Instrumente ist durch Fig. 1 und 2 näher erläutert, welche das neueste Instrument dieser Art, das der v. Kuffner'schen Sternwarte in Wien, darstellen.

Auf starker, eiserner Säule ruht das Prisma, welches die Stundenachse der parallaktischen Montierung trägt; am oberen Ende derselben sitzt die Deklinationsachse und diese trägt ihrerseits das Fernrohr mit den speziell heliometrischen Einrichtungen. Das Objektiv und die Anordnung der Fassungen *ss* für beide Hälften zeigt die Fig. 2. Die Federn *ff* und die Schienen *hh* mit Regulierschrauben dienen diesen Objektivfassungen als Führung und Sicherung, während sie durch die vom Okularende aus zu bewegende Schraube in ihre jeweilige Stellung gebracht werden. Die Bewegung geht auf einer zylindrisch abgehobelten Fläche vor sich, die bewirkt, daß bei den verschiedenen Stellungen der Objektivschieber die Linfenhälften doch stets gleiche Entfernung von dem Punkt der geometrischen Achse des Fernrohres beibehalten, in dem bei zusammengeschraubtem Objektiv das Bild eines Gestirnes entsteht.

Auf der Rückseite der Schieber sind Skalen angebracht mit sehr genauer Teilung von 0,2 oder 0,5 mm Intervall. Diese dienen im Gegensatz zu den früher benutzten Schrauben direkt zur Messung der gegenseitigen Stellung der Objektivhälften, die sich durch eine sinnreiche Kupplung bei der Einstellung auf die Gestirne zueinander symmetrisch bewegen. Früher wurde die Bewegungsschraube auch gleichzeitig zum Messen der Distanz der optischen Mittelpunkte der Objektivhälften benutzt, in den neueren Heliometern dient sie nur zur Fortbewegung, während die Messung an den Skalen mittels Mikrometermikroskopen vom Okular aus erfolgt.

Lueger, Lexikon der gesamten Technik. 2. Aufl. V.

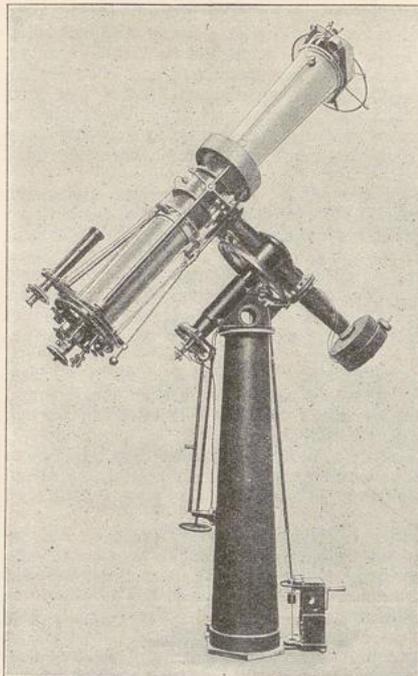


Fig. 1.

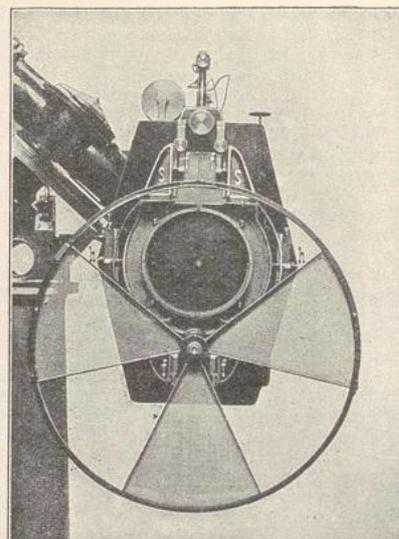


Fig. 2.

sich nur der Objektivkopf). Die Größe dieser Bewegung bezw. die Stellung der Schnittlinie gegen den Stundenkreis, welcher durch die Mitte der Verbindungslinie der Gestirne geht, kann an einem besonderen Positionskreis abgelesen werden. — Bezüglich der ganz speziellen Einrichtungen muß aber hier auf die Fachliteratur, besonders auf [1], hingewiesen werden, wo sich sehr ausführliche Angaben und viele Abbildungen der verschiedenen Konstruktionen des Heliometers finden.

Um die Art der Messung mittels eines solchen Heliometers klarzumachen, denkt man sich am besten die beiden die Sonne abbildenden Linsenhälften so weit auseinander geschoben, daß sich die beiden Sonnenbilder berühren; dann läßt man die gegenfeitige Stellung der Schieberkalen mittels des Mikrokopes ab. Nun schraubt man die Linsenhälften zurück über ihre Koizidenzstellung nach der andern Seite hinaus bis zur wiederum stattfindenden Berührung der Sonnenbilder und läßt wieder die Skalenstellung ab. Dann wird offenbar die Differenz der Skalenablesungen, dividiert durch die Brennweite des Objektivs, den doppelten Betrag der Tangente der angularen Distanz der beiden Sonnenränder (des Sonnendurchmessers) darstellen. Denkt man sich an die Endpunkte des Sonnendurchmessers zwei Sterne und dazwischen dann die Sonne hinweg, so hat man sofort auch die Vorstellung für den Gang der Messung bei angularen Sterndistanzen. Da solche Sterne aber nicht immer gleich hell sein werden, so ist vor dem Objektiv noch ein Ring angebracht, welcher vermöge dreier verschiedener Gazeschirme, die auf ihm ausgepannt sind, die den helleren Stern abbildende Objektivhälfte entsprechend abblenden kann.

Heliometer neuerer Konstruktion befinden sich jetzt in Leipzig, Göttingen, Bamberg, Newhaven (Vereinigte Staaten), Kapfernwarte und in Wien (v. Kuffner'sche Sternwarte). Aeltere Instrumente von nahezu gleicher Größe, aber meist veralteter Konstruktion stehen in Königsberg (durch Bessels Messungen und grundlegende Untersuchungen [2] berühmt), in Bonn, Pulkowa und ein Repsold'sches in Oxford. Die Objektivöffnungen der genannten Instrumente schwanken zwischen 160 und 216 mm (Wien), die Brennweite zwischen 2,50 und 3,20 m.

Die Winkel, welche mit diesen Heliometern noch sicher gemessen werden können, betragen etwa  $2^{\circ}$ . Für Winkel unter 4—5 Bogensekunden sind sie aber mit Vorteil nicht mehr anwendbar, dort treten besser Doppelbildmikrometer anderer Konstruktion an ihre Stelle.

Literatur: [1] Ambronn, L., Handbuch der astronom. Instrumentenkunde, Bd. 2, S. 552 ff., Berlin 1898. Dort findet sich auch alle einschlägige Literatur. — [2] Bessel, W., Astronomische Untersuchungen, Bd. 1, Königsberg. Diese Abhandlungen enthalten die grundlegenden Messungen und Untersuchungen des Königsberger Heliometers, welche vorbildlich geworden sind für alle späteren Arbeiten mit dem Heliometer. Besonders sind es die Messungen der Gruppe der Plejaden, die Bestimmung der Masse des Planeten Jupiter und der Bahnelemente der helleren Saturnmonde. — Weiterhin sind Angaben über die Arbeiten mit dem Heliometer enthalten in den Publikationen der Leipziger und der Göttinger Sternwarte (Heft 3 und 4), und die Methoden

der Messungen behandelt ein kleiner Artikel im Jahrgang 1893 der Zeitschr. für Instrumentenkunde, S. 17 ff.

**Helioplastik**, Verfahren zur Herstellung von metallischen Druckformen für die Buchdruckpresse mit Hilfe der Photographie und des Aetzens. Es wird diese Bezeichnung indes meist nur auf die Anfertigung von Stempeln, Monogrammen u. f. w., nicht auf größere bildliche Darstellungen angewendet. *Y. M. Eder.*

**Helioskop**, f. Blendgläser.

**Heliofat**, ein um zwei Achsen drehbarer Spiegel, der dazu dient, das Licht der Sonne unabhängig von dem veränderlichen Stand der Sonne in konstanter Richtung des Experimentierraumes zu reflektieren.

Beim Handheliofaten, einem vor dem Fensterladen drehbar befestigten Spiegel (vgl. die Beschreibung bei [1]), wird der Zweck in unvollkommener Weise durch von Zeit zu Zeit von Hand wiederholte Veränderungen der Spiegelrichtung erreicht. Beim Uhrheliofat wird durch eine Uhr der Spiegel so gedreht, daß der reflektierte Strahl eine unveränderliche Richtung behält. Man kann zwei Hauptsysteme von Uhrheliofaten unterscheiden, solche, die das Licht in der Richtung der Himmelsachse reflektieren und für die Reflexion in beliebiger Richtung eines zweiten Spiegels bedürfen, und solche, welche das Sonnenlicht mittels eines Spiegels in beliebige feste Richtung senden. Eine mittlere Gattung [2] (August, Littrow) fixiert zwar die Sonnenstrahlen in einer beliebigen Richtung, diese muß aber innerhalb der vom Strahl der Sonne in den nächsten 24 Stunden beschriebenen Kegelfläche liegen, für andre Richtungen ist ebenfalls ein zweiter Spiegel erforderlich.

Zum ersten Hauptsystem gehören die Heliofaten von Fraunhofer, Fahrenheit, Meyerstein, Reusch, zum zweiten die von Foucault, S'Gravesande, Gambey, Silbermann, Joonston, Fueß. Der Gebrauch eines einzigen Spiegels bringt den Vorteil eines geringeren Lichtverlustes durch Reflexion, erfordert aber eine komplizierte Mechanik, bringt den Nachteil einer unter Umständen sehr schiefen Stellung des Spiegels gegen die Strahlen, ein Nachteil, der durch Anwendung eines in Richtung nach der Sonne verlängerten Spiegels nur teilweise ausgeglichen wird. Dagegen wird beim ersten System der Lichtverlust durch Reflexion bei Anwendung von Silberspiegeln auf ein kleines Maß zurückgeführt. Als besonders ausgezeichnet durch die Bequemlichkeit einer scharfen Einstellung ist der in der obigen Figur abgebildete Heliofat nach Reusch zu erwähnen, näher beschrieben in [3]. Ein (bestehend aus abgebildetes) Diopter dient zur Einstellung. Nachdem mittels Libelle die Stativachse vertikal gestellt, dann der Index des parallaktisch aufgestellten Uhrwerks mit Stundenkreis auf die wahre Zeit eingestellt ist, wird das auf den Stundenkreis aufgesetzte Diopter mit feinen zwei parallelen Fäden nach der Sonne orientiert und nun der untere Spiegel so eingestellt, daß eine im Boden des Dioptergefäßes gefaßte Linse auf die ihr gegenüberliegende matte Glascheibe genau in deren Mitte ein Sonnenbildchen entwirft. Nun ist die Einstellung fertig und wird das Dioptergefäß abgenommen, worauf man dem Strahl mittels des oberen Spiegels die gewünschte Richtung gibt. Universitätsmechaniker Albrecht in Tübingen liefert den Apparat zum Preise von 350 *M.* Ueber die Konstruktion, die Preise und die Bezugsquellen der besten andern Apparate vgl. [1]. Eingehende theoretische Behandlungen der verschiedenen Systeme enthalten [2] und [3].

Literatur: [1] Frick-Lehmann, Physikalische Technik I, 7. Aufl., S. 208 f., Braunschweig 1904. — [2] Radau, Zur Theorie der Heliofaten, Carls Repertorium für physikalische Technik II (1867), S. 1 ff. und S. 234 ff. — [3] Zech, Ueber Heliofaten, ebend., S. 10 f. und Katalog von Leybolds Nachfolger, Köln.

**Heliotrop**, ein aus einem oder zwei stellbaren, kleinen Spiegeln und einer Zielvorrichtung (Fernrohr oder Diopter) bestehendes Instrument, mit dem bei trigonometrischen Messungen entfernte Dreieckspunkte durch Reflexion des Sonnenlichts signalisiert werden.

Eine der einfachsten und zweckmäßigsten, daher vielfach angewendeten Konstruktionen zeigt Fig. 1. Von der Sonne *S* wird durch den Heliotropen Spiegel *H* (in Fig. 1 parallel zur Zeichenebene gedreht) Licht zum Zielpunkt *Z* gesendet, wenn die Spiegelebene rechtwinklig zur Strahlebene *SHZ* eingerichtet ist und der Winkel *SHZ* durch das Einfallslot halbiert wird. Der Strahl *HZ* wird nach *Z* gelenkt mit Hilfe der Absehlinie *mf*, welche gebildet wird durch ein Diopter, dessen Okular ein in der Spiegelmitte befindliches Schauloch *m* und dessen Objektiv ein Fadenkreuz *f* ist. Um den Strahl *SH* nach *HZ* zu richten, muß daher die Spiegelfläche so gerichtet werden, daß ein vor *f* aufgestellter Schirm *R* Sonnenlicht erhält. Dies ist der Fall, wenn der infolge der Durchbrechung *m* auf dem Schirm *R* sich zeigende unbeleuchtete Fleck die auf dem Schirm markierte Ziellinie *f* zentrisch deckt. Die Anordnung des Instrumentes ergibt sich aus der Figur. Der um zwei Achsen drehbare Spiegel *H*

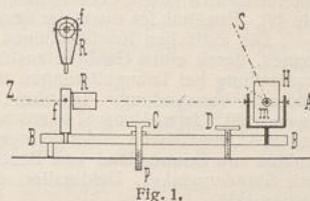
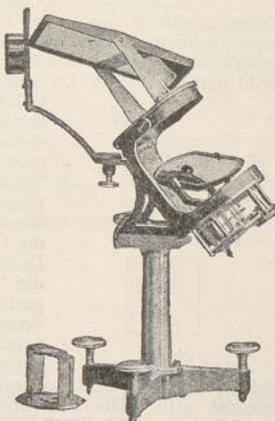


Fig. 1.

und das Diopter werden getragen von einem Brett *B*. Dieses Brett wird mit der Zentralschraube *C* auf dem Signalpunkt *P* aufgestellt. Die Absehlinie *mf* (welche zu *C* zentrisch ist) wird durch Drehung um *C* und Neigung durch die Stellschraube *D* auf *Z* gerichtet. Ein Röhrechen *R*, welches in seinem Innern den Schirm mit der Ziellinienmarke trägt, wird in die Ziellinie heruntergeklappt und der Spiegel gerichtet, wie oben angegeben.

Wegen der Aenderungen, welche die Richtung der Sonnenstrahlen gegenüber der Spiegelfläche fortwährend erfährt, muß der Spiegel, ihrer Bewegung folgend, fortwährend nachgestellt werden. Dazu ist ein den Heliotrop bedienender Gehilfe notwendig. Da der scheinbare Sonnendurchmesser rund  $\frac{1}{2}^\circ$  beträgt und somit der Spiegel innerhalb dieses Spielraumes Sonnenlicht erhält, ist sowohl diese Einstellung des Spiegels leicht zu erzielen, als auch die Zielgenauigkeit eines Diopters hinreichend. Wenn der Stand der Sonne zur Ziellinie ein derartiger ist, daß nicht direkt Sonnenlicht auf den Spiegel *H* fällt, wird ein Hilfs Spiegel zur indirekten Leitung erforderlich. Eine Zugabe sind farbige Gläser zur Zeichengebung (optische Telegraphie) bezw. zur Dämpfung des Lichtes.

Die beschriebene Anordnung ist zuerst bei der ostpreußischen Gradmessung und preußischen Küstenvermessung verwendet und von Bertram angegeben worden (vgl. [1]), um die Unbequemlichkeit, welche die Korrektur des ursprünglichen, von Gauß 1821 erfundenen Instrumentes ([2], [3]) mit sich bringt, zu vermeiden. Die Konstruktion des Gaußschen Instrumentes ergibt sich aus Fig. 2. Zwei sich rechtwinklig schneidende Spiegelebenen, ein Spiegelkreuz *Hh*,

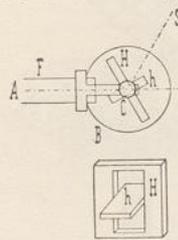


Fig. 2.

reflektiert bei entsprechender Stellung der Spiegelebenen Licht von der Sonne *S* in die Linie *AZ* nach der Richtung *A* und *Z*. Zur Einrichtung der Linie *AZ* auf den Zielpunkt *Z* dient ein um seine geometrische Achse drehbares Fernrohr *F*, vor dessen Objektiv das Spiegelkreuz angebracht ist. Wird der kleine Spiegel *h* annähernd parallel zur Fernrohrachse gerichtet, so kann der Zielpunkt eingestellt werden. Bei feststehendem Fernrohr wird dann die Okularsonnenblende vorgelegt und durch Drehung des Fernrohrs um seine Längsachse die Spiegelachse rechtwinklig zur Strahlenebene gerichtet, was mit Hilfe der Schattenscheibe *B*, deren Schattenbild eine Linie bilden muß, beurteilt wird. Sodann wird das Spiegelkreuz um die Achse *C* so gedreht, daß ein Sonnen-

bild im Fernrohr zentrisch zum Fadenkreuz erscheint und demnach auch zum Zielpunkt *Z* gefendet wird. Die erforderliche Stellung von Spiegelkreuz und Fernrohrachse wird durch Berichtigung erzielt ([2] oder [4]). Noch vor der Fertigstellung dieses Instrumentes verwendete Gauß [3] und [5] aushilfsweise einen Sextanten als Heliotrop (Vize-Heliotrop); vgl. a. [4]. Eine etwas abweichende Anordnung hat Steinhil [4] bei seinem Instrument angewendet. Hierbei dienen (Fig. 3) zur Richtung des Spiegels *H* (mit Achse und Kugelgelenk) die durch die unbelegte Mitte *m* (kleiner unbelegter Kreis) derselben gehenden Strahlen, welche durch eine Sammellinse *L* zu einer im Brennpunkt derselben aufgestellten weißen Fläche *P* (Papierscheibe, Kreide) geführt, dann von hier zurück, aus der Linse *L* parallel austretend, und von der Rückseite der Spiegelmitte *m* nach *A* (Auge) reflektiert werden. Das Instrument ist so einzustellen, daß das auf diesem Wege in *A* erscheinende matte Bild von *P* dem Auge *A* in der Zielrichtung *Z* erscheint.

Eine Vereinfachung dieses Prinzips weist der Galtonsche Heliotrop auf [6]. Eine von Reitz [7] angegebene Konstruktion zeigt Fig. 4. Vor dem Objektiv eines Fernrohrs *F* befindet sich der zentrisch bei *m* durchbrochene Heliotropen Spiegel *H*, welcher Strahlen von *S* nach *Z* fenden soll (*H* ist in der Figur parallel zur Zeichenebene gedreht). In der Fernrohrziellinie und rechtwinklig dazu steht die Ebene eines zweiten kleinen Spiegels *h*, welcher die von *H* reflektierten Strahlen in das Fernrohr fendet, so daß *Z* Licht erhält, wenn *H* so um seine zwei Achsen gedreht wird, daß ein Sonnenbild (geschwächt durch ein Blendglas vor dem Okular oder dem kleinen Spiegel) zentrisch zum Fadenkreuz in der Ziellinie gesehen wird [8]. Zur Sichtbarmachung von Punkten nach allen Richtungen hin (z. B. zur Rekognosizierung bei Dreiecksnetzen oder für Küstenstationen) gab Reitz besondere Konstruktionen an, die er als Periheliotrop bezeichnete [9]. Erwähnt sei noch der dem Bertram'schen nachgebildete Heliotrop von Stanley [10].

Die einfachen Konstruktionen, wie besonders die Bertram'sche, fanden wegen der bequemen, durch einen Gehilfen ausführbaren Handhabung seit der hannoverschen und preußischen Gradmessung bei Triangulierungen mit großen Zielweiten (erster, seltener zweiter Ordnung) ausgedehnte Verwendung. Die bei der ostpreußischen Gradmessung von Bessel zuerst angewendeten Signalkugeln aus verfilbertem Kupfer haben keine allgemeine Anwendung gefunden, da, abgesehen von der geringeren Sichtbarkeit, die Abhängigkeit der Lage des reflektierenden Punktes von Sonnenstand und Beobachtungszeit eine umständliche Zentrierung der Richtungen nach Stundenwinkel, Deklination der Sonne, Polhöhe und Signalkugelhalbmesser erforderlich machen [11].

Das Heliotropenlicht erscheint bei der Entfernung, wie sie ein Dreiecksnetz erster Ordnung (f. Triangulierung) bietet (rund 60 km), bei günstiger Beleuchtung als eine kleine, helle, sternähnliche Scheibe und ist sehr scharf einstellbar. Bei ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen (Dunst) und besonders bei starkem Sonnenschein und Lichtwallung (Flimmern) sowie schlechtem Hintergrund (Wald) kann die Einstellung schwierig und ganz unbrauchbar werden. Zu stark

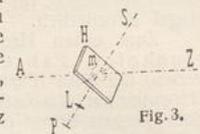


Fig. 3.

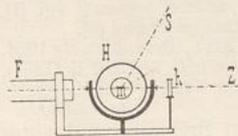


Fig. 4.

erscheinendes Licht kann durch Verkleinern der Spiegelfläche (dazu Zeichengebung erforderlich) oder besser durch Verwendung von Gitterblenden aus Flortuch vor dem Beobachtungsfernrohr gelindert werden [12]. Die geeignetsten Beobachtungszeiten sind die Stunden vor Sonnenuntergang oder nach Sonnenaufgang. Erfahrungsgemäß sind bei sonnenheller Witterung täglich nicht mehr wie durchschnittlich zwei Stunden zum Heliotropieren geeignet. Für kürzere Entfernungen (Dreieckspunkte zweiter und dritter Ordnung) werden daher Pyramiden- oder Scheibensignale (f. Triangulierung) zur Sichtbarmachung verwendet und nur ausnahmsweise Heliotropen. Andererseits reicht das Heliotropenlicht (bei kleinen Spiegeln von wenigen Zentimetern Durchmesser) für die meisten meßbaren Richtungen (100 km) aus; nur in besonderen Fällen (z. B. die trigonometrische Verbindung zwischen Spanien und Algier) sind Nachtbeobachtungen erforderlich geworden und dementsprechend eine anderweite Signalisierung durch Reflektoren oder Linfen (optische Kollimatoren), in deren Fokus ein Leuchtkörper (Lampe, Magnesium- oder elektrisches Licht) angebracht ist; vgl. hierüber [13]. Neuerdings sind Nachtbeobachtungen mit derartigen Signallampen, besonders in Nordamerika, wieder mehr in Gebrauch gekommen.

Literatur: [1] Zeitschr. f. Vermessungsw. 1878, S. 34 u. 193; 1885, S. 122; 1895, S. 26; Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 1897, S. 1 u. 201; Bessel und Baeyer, Gradmessung in Ostpreußen, Berlin 1838, S. 65; Baeyer, Die Küstenvermessung, Berlin 1849, S. 52. — [2] Astronom. Nachr., Bd. 5, S. 329. — [3] C. F. Gauß' Werke, Göttingen 1903, Bd. 9, S. 461. — [4] Bauernfeld, Elemente der Vermessungskunde, Stuttgart 1890, Bd. 1, S. 174; Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Stuttgart 1906, Bd. 3, S. 30. — [5] Astronom. Nachr., Bd. 1, S. 106, und Zeitschr. f. Vermessungsw., 1885, S. 125. — [6] Bericht über die wissenschaftl. Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung 1876, Braunschweig 1878, S. 163. — [7] Protokolle über die Verhandlungen der allgemeinen Konferenz der europäischen Gradmessung, Neuchâtel 1871, S. 21. — [8] Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1881, S. 338. — [9] Ebend. 1883, S. 265. — [10] Stanley, Surveying and levelling instruments, London 1895, S. 482. — [11] Bessel und Baeyer, Gradmessung in Ostpreußen, Berlin 1838, S. 64. — [12] Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 1883, S. 308. — [13] Ebend. 1883, S. 225. Reinhertz.

**Heliotrop**, Mineral, f. Quarz.

**Heliotropin**, f. Riechstoffe, künstliche.

**Heliotropsignale**, f. Längenbestimmung.

**Heliotypie**, f. Heliogravüre.

**Heliozentrisch**. Mit diesem Worte als Zusatzbezeichnung belegt man alle Distanzen, Winkel u. f. w., sobald sie sich auf das Zentrum der Sonne als Ursprung beziehen, während die Resultate der direkten Messungen fast stets auf den auf der Oberfläche der Erde gelegenen Beobachtungsort bezogen sind.

Nachdem die Erkenntnis, daß nicht die Erde der Mittelpunkt des Weltalls sei, sondern die uns direkt wahrnehmbaren Bewegungen der Gestirne richtiger als um die Sonne als Gravitationszentrum vor sich gehend aufzufassen seien, allgemeine Anerkennung gefunden hat, pflegt man auch die Koordinaten der Planeten und Kometen auf das Zentrum der Sonne oder strenger auf das allgemeine Gravitationszentrum des Sonnensystems zu beziehen. Durch besondere Rechnungsvorschriften und gewisse in den astronomischen Jahrbüchern enthaltene Bestimmungsstücke wird es ermöglicht, alle Beobachtungsergebnisse zunächst von der Wirkung der Refraktion und der Parallaxe (f. d.) zu befreien, sie als geozentrische darzustellen und diese sodann auf Grund der jeweiligen Koordinaten der Erde bezogen auf die Sonne als Ursprung auch auf ihre heliozentrischen Werte zurückzuführen. Andronn.

**Helium**, der Gruppe der Edelgase angehörend,  $He = 3,94$  At.-Gew. Spez. Gew. 0,137 (Luft = 1), ein von Ramsay und Travers in der Atmosphäre aufgefundenes Element.

Von Normann Lockyer auf Grund spektralanalytischer Beobachtungen auf vielen Fixsternen, insbesondere aber auf der Sonne vermutet, woher der Name Helium. Dasselbe ist bei gewöhnlicher Temperatur ein farbloses Gas. Seine Verflüssigung ist bis jetzt nicht gelungen. Verbindungen des Heliums sind nicht bekannt. In Wasser löslich (bis 14 ccm in 1 l). Ist außer in der Atmosphäre als Begleiter des Argon (f. d.) in einigen uranhaltigen Mineralien sowie in Mineralquellen angetroffen worden. Bujard.

**Helle** (Hölle), f. v. w. Ofenwinkel, bei alten Kachelöfen der Raum zwischen Ofen und Wand, breit genug, um für einen Menschen Sitz zu bieten.

**Hellegat**, an Bord der Schiffe ein Raum zur Aufbewahrung von Inventar und Material.

Die Hellegats auf Kriegsschiffen werden nach den einzelnen Details getrennt in Bootsmanns-, Zimmermanns-, Steuermanns-, Verwalter-, Feuerwerks- und Torpedohellegat. T. Schwarz.

**Heller**, Kupfermünze = 0,01 Krone (f. d.).

**Hellhoffit**, f. Sprengstoffe.

**Helling** oder Helgen, der Bauplatz eines Schiffes; derselbe besteht aus einer gegen die Wasserkante geneigten Ebene, deren Fundament durch Pfahlroste oder Betonklötze hergestellt wird (f. Dock). Man unterscheidet zwischen Helling, welche den eigentlichen Bauplatz bildet und den Landstapel aufnimmt, und Vorhelling, auf welcher der zum Stapellauf (f. d.) erforderliche Seestapel sich

auffetzt. Ferner spricht man von Längs- und Querhelling, je nachdem die Schiffe winkelrecht zur Wasserkante oder parallel derselben auf Stapel gefetzt werden.

Die Neigung der Längshelling richtet sich nach der Größe und dem Gewicht der zu erbauenden Schiffe; sie beträgt für kleine Schiffe 1:12 bis 1:14, für mittelgroße Schiffe 1:15 bis 1:18 und für große Schiffe 1:20 bis 1:24. Die Vorhelling erhält meist eine größere Neigung (f. Dock). Land- und Seestapel müssen in einer Kurve — Kreisstapel. Die Höhe der Stapelklötze richtet sich nach der Neigung der Ablaufsbahn (f. Stapellauf). Ist  $\alpha$  die Neigung der Helling,  $\beta$  diejenige der Ablaufsbahn und die Länge der Helling vom obersten Stapelklotz bis zum Ende des Seestapels  $L$ , so muß die Höhe des Stapelklotzes am Kopf der Helling sein:  $H = L \operatorname{tg}(\beta - \alpha)$ . Die Richtung der Helling ist für Holzschiffe möglichst von Nord nach Süd zu legen, desgleichen für stählerne Schiffe, doch muß dann die Wasserfront nach Norden gerichtet sein. Bei Schiffswerften an Flußläufen sind die Hellinge meist in schräger Richtung zur Wasserkante angeordnet, um im Wasser größeren Spielraum für den Ablauf zu erhalten. Die Querhelling wird bei schmalen Flußläufen und im besonderen auch für Schiffe von großer Länge und leichter Bauart erforderlich; die Neigung derselben beträgt 1:5 bis 1:8. Die Höhe der Stapelklötze ist von der Ablaufsbahn unabhängig.

Literatur: [1] Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [2] Hauser, Cours de construction navale, Paris 1886. — [3] Laroche, Les ports maritimes, Paris 1894.

**Helm**, im Bauwesen, f. Turm; im Bergbau, f. Gewinnungsarbeiten; in der Wappenkunde, f. Heraldik. Auch f. v. w. Stiel an Hämmern, Aexten u. f. w.

**Helmstange** (Kaiferstiel), bei einem Turmdach (f. Dach 5.) der senkrechte Ständer, an den sich die Sparren anschließen.

Unten durch Querzangen oder Kehlbalke gehalten, reicht sie über das übrige Holzwerk hinauf und trägt, mittels Stangen verbunden, einen Eisenstab, der die oberste Spitze bildet und in einer Fahne, einem Knopf oder Kreuze u. dergl. endigt (f. die Figur; vgl. a. Dachreiter, Bd. 2, S. 508).

Literatur: [1] Viollet-le duc, Dictionnaire raisonné de l'Architecture française etc., Paris 1861; Artikel Flèche, Bd. 5, S. 444. — [2] Schönemark und Stuber, Hochbaulexikon, Berlin 1903; Artikel Helm, S. 523 ff.

**Helmstock**, die Pinne zum Drehen des hölzernen Ruders (f. Ruder).

**Hemd**, f. Eifengießerei, Bd. 3, S. 362.

**Hemimorphit**, f. v. w. Kieselzinkerz (f. d.).

**Hemlockrinde**, f. Gerbstoffe.

**Hemmräder** sind zwei ineinander greifende Zahnräder, bei denen die Zahnformen so gestaltet sind, daß die entgegenwirkende Kraft von dem getriebenen Rade auf das treibende Rad durch die feste Achse dieses Rades aufgehoben wird und eine Selbsthemmung eintritt, wenn die Kraftwirkung am treibenden Rade aufhört. Durch die Anwendung der Hemmräder bei Hebezeugen, Flaschenzügen und Winden wird vermehrt der Lastwirkung der Rückgang der Räder verhindert, so daß die Last in jeder gehobenen Höhe verbleibt, wenn die Kraftwirkung am treibenden Rade aufhört.

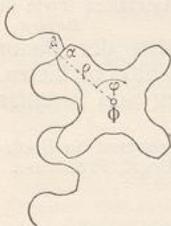
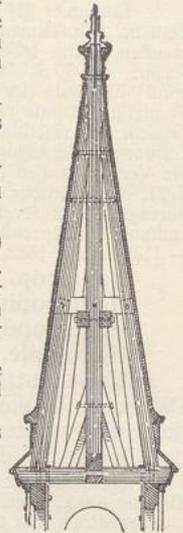
Zur Erläuterung dieser Hemmräder ist in der Figur das treibende Rad mit vier Zähnen, das getriebene Rad mit 26 Zähnen versehen, von denen drei Zähne gezeichnet sind. Treibt das vierzählige Rad gleichförmig im Sinne des Pfeiles  $\varphi$ , so wird das 26zählige Rad von Zahn zu Zahn größtenteils gleichförmig bewegt, aber nur so lange, als die Zahnformen dies gestatten, denn zum Zwecke der Selbsthemmung müssen die Zahnformen an dem Kopfteile der Zähne von der für gleichförmige Bewegung richtigen Gestalt abweichen, damit in der gezeichneten Stellung der Räder der Zahn  $a$  des 26zähligen getriebenen Rades sich gegen den Kopf des Zahnes  $a$  des vierzähligen treibenden Rades derart stützt, daß die Richtung  $\varphi$  der rückwirkenden Kraft von dem getriebenen Rade durch die feste Achse  $\psi$  des treibenden Rades geht und diese Kraft von der Achse  $\psi$  aufgehoben wird. Demzufolge wird bei gleichförmiger Bewegung des treibenden Rades eine teilweise ungleichförmige Bewegung des getriebenen Rades eintreten, aber diese Ungleichförmigkeit der Bewegung ist bei Handhebezeugen ohne Nachteil. Die Hemmräder wurden zuerst von E. Brauer angegeben [1] und E. Becker hat die Anwendung derselben beim Flaschenzug mitgeteilt [2].

Literatur: [1] D.R.P. Nr. 5583. — [2] Becker, E., Flaschenzug mit E. Brauers patentierten Hemmrädern, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879, Bd. 23, S. 451.

**Hemmung**, f. Uhren.

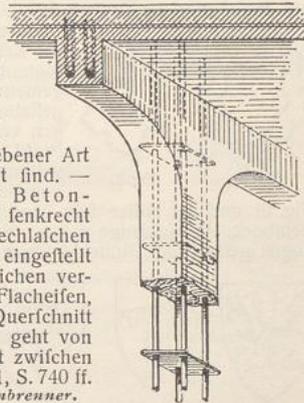
**Henna**, f. Farbstoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 637.

**Hennebiquesche Bauweise** ist eine weitere Ausbildung der Monierchen



Betoneisenkonstruktion (f. Bd. 1, S. 738, Fig. 3) zur Ertellung von feuerficheren Decken und von ganzen Gebäuden (D.R.P. Nr. 126312 vom 2. September 1897).

Das Wesen des Hennebiquefischen Gedankens besteht in der Anwendung von zwei Reihen Rundeisenstäben in Betonumhüllung; die untere Reihe ist gerade, die zweite Reihe ist an den beiden Enden hochliegend, gegen die Mitte gefenkt, so daß sie im mittleren Drittel neben der unteren Reihe liegt, wodurch ein Mittel gegen Schubspannung geschaffen ist (f. Bd. 2, S. 686 ff., Fig. 50, und Literatur dafelbst [21]—[26]). Die Hennebiquefischen Deckenbalken folgen dem gleichen Gedanken, nur werden, um an Breite zu sparen, die Rundeisenreihen nicht neben-, sondern übereinander gelegt und durch einen Flacheisenbügel umfaßt. Je nach der Beanspruchung liegen mehrere Paare nebeneinander. — Zur Ueberdeckung von weiten Räumen werden diese in entsprechende Felder geteilt, die, von Haupt- und Nebenbalken vorbeschriebener Art aufgenommen, auf allen vier Seiten aufliegen und verspannt sind. — Die Zwischenunterstützungen dieses Systems bestehen aus Betonpfeilern (f. die Figur), innerhalb welchen eine Anzahl (vier) senkrecht stehender Rundeisenstäbe, die in kurzen Abständen durch Blechflachen oder Flachbügel zusammengefaßt, in der Nähe des Umfangs eingestellt sind, so daß sie den umgebenden Beton am seitlichen Ausweichen verhindern. Als Unterlage dient den Eisenstäben ein Rost von Flacheisen, der den Druck auf eine größere Betonfläche überträgt. Der Querschnitt dieser Pfeiler ist vier-, sechs- und achtseitig oder rund und geht von 15/15 bis 50/50 cm. Der Durchmesser der Eisenstäbe schwankt zwischen 14 und 40 mm. Ueber die eingehenden Berechnungen f. Bd. 1, S. 740 ff.



Weinbrenner.

**Hennegat**, runde Oeffnung in der Gillung eines Schiffshecks zur Aufnahme des Ruderkokers.

**Henry** oder **Quadrant**, Einheit des Koeffizienten der Selbstinduktion. Dieser Koeffizient ist dann 1 Henry, wenn bei fekundlicher Aenderung der induzierenden Stromstärke um 1 Ampère eine elektromotorische Kraft von 1 Volt induziert wird.

O. Zentfch.

**Henze-Dämpfer**, f. Spiritusfabrikation.

**Hepatische Luft**, f. v. w. Schwefelwasserstoff (f. d.).

**Heraldik**, im allgemeinen die Lehre von den Wappen; der Name leitet sich von Herold ab. Unter Wappen versteht man die nach bestimmten Grundfätzen gestalteten Abzeichen, die Personen, Familien oder Körperschaften verliehen wurden. Die Heraldik selbst ist später entstanden und wird in die Wappenkunde und Wappenkunst eingeteilt; erstere beschäftigt sich mit den Regeln der Wappendarstellung und Wappenführung, letztere mit dem Entwerfen und Zeichnen der Wappen [1].

Man unterscheidet Urwappen, die zu der Zeit entstanden sind, als die Wappenführung aufkam und die sich der Besitzer selbst beilegte, und Briefwappen, die von fürstlichen Personen mittels eines Wappenbriefes erteilt wurden. Die Führung des Wappenwesens wurde den Herolden übertragen. In der Entwicklungszeit der Heraldik (vom 11. bis 13. Jahrhundert) stellte der Schild allein mit seinem Zeichen das Wappen dar; in der Blütezeit (vom 13. bis 15. Jahrhundert) bestand das Wappen aus Schild, Helm und Helmschmuck zum tatlichen Gebrauche; in der Verfallzeit (vom 16. Jahrhundert bis heute) hörte das Tragen des Helmes und Schildes mit den Abzeichen auf. Die Bildung der Wappen paßte sich an die Stilrichtung der Zeit an, und in diesem Sinne muß man gotische, Renaissancewappen, moderne



Fig. 1.



Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 5a. Fig. 5b. Fig. 6. Fig. 6a. Fig. 6b. Fig. 6c.

Wappen u. f. w. unterscheiden. — Zur Farbengebung (**Tinktur**) wurden in der guten heraldischen Zeit zwei Metalle (Gold und Silber) und vier Farben (Rot, Blau, Schwarz und Grün) verwendet. Später kamen dann noch die sogenannten Naturfarben hinzu, insbesondere Aefchgrau, Eisenfarbe, Purpur und Braun. Wo die Wappen nicht in Farben durchgeführt sind, z. B. in den Büchern, wurden die Tinkturen durch Punktieren und Schraffieren angedeutet (Fig. 1). Aehnliche Bezeichnungen erhielt auch das bei Wappen übliche Pelzwerk. Zuweilen erhielten einzelne Felder ein geometrisches oder ein Rankenornament, welche Zeichnung **Damaszierung** genannt wurde. — Die **Formen der Wappenschilde** waren sehr verschieden. Die älteste ist die Dreiecksform (Fig. 2), die im 12.—14. Jahrhundert im Gebrauch war. Später erhielt dieser Schild einige Abänderungen

nach Fig. 3 und 4. Rein heraldischer Natur und nicht geeignet zum Tragen sind die Formen nach Fig. 5—5b. Später kamen die Stich- und Rennschilde, die sogenannten Tartfchen, auf, die einen seitlichen Ausschnitt besitzen, der zum Einlegen der Lanze bestimmt war (Fig. 6—6c). Zu Ende des 15. Jahrhunderts beherrschten die sogenannten Kartufchenschilde die Heraldik; sie waren keine Gebrauchsschilde mehr, sondern nur Ornament (Fig. 7 und 7a).

Das auf den Wappen Dargestellte teilt sich in Heroldsbilder oder Heroldstücke und in gemeine Figuren. Unter Heroldsbildern versteht man die geometrischen Figuren, die den Schild teilen (Fig. 8 und 8a), während unter gemeinen Figuren die Zeichnungen in den einzelnen Schildfeldern zu verstehen sind.



Fig. 7a.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 8a.

Man unterscheidet natürliche, erdichtete und künstliche Figuren. Die gemeinen Figuren erscheinen streng stilisiert und gefalten sich nach der Stilrichtung der Zeit wesentlich verschieden; der Gegenstand wird, zumeist im Profil, energisch konturiert und in einer Farbengebung, die der Naturform nicht entspricht, dargestellt. Von Tieren kommen namentlich der Löwe

(Fig. 9) und der Adler sehr häufig vor, außerdem noch der Eber, der Delphin, das Pferd, der Steinbock, die Schlange u. f. w. Seltener wird die menschliche Gestalt verwendet; als Beispiele mögen gelten: der Mönch (Münchner Kindl, Fig. 10), der Mohrenkopf und das Triquetra (Don Bemo mit gebogenem Knie), ferner Engel, Jungfrauen, Ritter, Arme, Beine, Schwurhände u. f. w. Von Pflanzen kommen namentlich häufig die Rose als Rosette (Fig. 11), die Lilie, das Kleeblatt, der Granatapfel, die Distel, der Pinienzapfen u. f. w. vor. Aber auch Phantastiegebilde sind nicht selten im Gebrauch; dazu gehören insbesondere der Greif, der Drache, der Doppeladler, das Meerweib u. f. w. Der Kreis der gemeinen Figuren erweitert sich durch Verwendung von Himmelskörpern und Naturerscheinungen,



Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.

so kommen namentlich sehr häufig die Sonne, der Mond und die Sterne vor, außerdem noch Wolken und der Regenbogen. Schließlich werden auch Geräte, Kriegs- und Handwerkszeuge nicht selten angewendet, z. B. zwei gekreuzte Schwerter, die Axt, der Eifenhut, das Rad, das Malteferkreuz u. f. w. [2].

In der ältesten Heraldik findet sich bloß der Schild, später enthielt das vollständige Wappen noch den Helm mit der Helmzier. Unter den verschiedenen Helmformen finden namentlich die Turnierhelme die häufigste Anwendung. Zu unterscheiden sind: der Topfhelm (Fig. 12), der die Gestalt eines Topfes annimmt; der Kùbelhelm (Fig. 13), dem ersteren ähnlich, jedoch im unteren Teile zylindrisch, im oberen abgestutzt konisch; der Stechhelm (Fig. 14), bereits einen größeren Schwung in der Formen-



Fig. 17.



Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 16.

bildung zeigend und der Rundung des Kopfes besser angepaßt, auch mit horizontalem Spalt zum Durchsehen; der Spangenhelm, der sich von dem vorigen namentlich dadurch unterscheidet, daß der Sehausechnitt sich zu einer breiten Oeffnung umgefaltet, die mit senkrechten Spangen vergittert erscheint; der Roßhelm (Fig. 15), dem vorigen sehr ähnlich, nur daß die Sehöffnung noch eine Quervergitterung erhält; der Visierhelm (Fig. 16) mit Visier, aber als unheraldisch geltend und selten vorkommend [3]. Ein vollständiger heraldischer Helm erhält überdies noch eine Helmzier, auch Helmkleinod genannt, und eine Helmdecke. Die Helmzier ist dadurch entstanden, daß der Helm tatsächlich gewisse plastische Ornamente erhielt, die in der Regel im bildlichen Zusammenhange stehen mit den Darstellungen auf dem Wappen; namentlich häufig werden angewendet: Flügel, Hörner, Hüte, menschliche Halbfiguren (Fig. 17) u. f. w. Die Helmdecke hat den wesentlichen Zweck, eine ornamentale Verbindung des Helmes mit dem Schilde herzustellen. In der ältesten Zeit wurden Tücher oder Bänder zur Helmdecke verwendet; später wurden die Decken aus ausgefuchtem, gestreiftem Zeug, aus Leder oder Blech hergestellt. In der Renaissancezeit aber wurden die Helmdecken bandartig gefchnitten und als Blattwerk, namentlich akantusblattartig, behandelt (vgl. Fig. 17); dabei sind die Helmdecken selten ein- oder mehrfarbig, am häufigsten zweifarbig gehalten.



Fig. 18.



Fig. 19.



Fig. 20.

Zur Heraldik gehören ferner die Rang- und Würdezeichen, als da sind: Rangkronen,

Hüte, Mützen, Stäbe, Schwerter, Schlüssel, Orden u. f. w. Alle Abzeichen, die auf das Haupt gesetzt werden können, werden an Stelle des Helmes auf den Schild gesetzt. Die Rangzeichen haben in der Regel eine konventionelle Form; in einzelnen Fällen erhalten sie aber auch eine besondere Gestalt, wie dies namentlich bei der deutschen und österreichischen Kaiserkrone der Fall ist. Die hervorragenden oder am häufigsten vorkommenden Rangzeichen sind: die deutsche



Fig. 28.

Kaiserkrone (Fig. 18), die österreichische Kaiserkrone (Fig. 19), die allgemeine Königskrone (Fig. 20), die großherzogliche Krone (Fig. 21), der Herzogshut (Fig. 22), der Fürstshut (Fig. 23), die Erlauchtkrone (Fig. 24), die Grafenkrone (Fig. 25), die Freiherrnkrone (Fig. 26), die Adelskrone (Fig. 27). Hierzu kommen noch die Rangzeichen der geistlichen Würdenträger.



Fig. 21.



Fig. 23.



Fig. 24.



Fig. 25.



Fig. 26.



Fig. 27.



Fig. 22.

Schließlich wären noch die sogenannten heraldischen Prachstücke zu erwähnen, die nicht wesentlich zu dem Wappen gehören, sondern als ornamentale Ausschmückungen derselben anzusehen sind; dazu gehören insbesondere die Schildhalter, Zelte, Wappenmäntel, Devisen, Sinsprüche und andres dekoratives Beiwerk (Künstlerwappen, Fig. 28).

Literatur: [1] Handb. der Ornamentik von Franz Sales Meyer, Leipzig 1888. — [2] Warnecke, F., Heraldisches Handbuch, illustr. von Döpler d. J., 6. Aufl., Frankfurt a. M. 1893. — [3] Sacken, E. v., Katechismus der Heraldik, 5. Aufl., Leipzig 1893.

**Herberge**, im allgemeinen f. v. w. Gasthaus, Unterkunft, im besonderen Gasthaus für die auf der Wanderschaft befindlichen Gefellen einer Handwerkerinnung früherer Zeit. Dieselben hatten ihren gesonderten Tisch, über dem das Innungszeichen aufgehängt war, das auch oft äußerlich das Haus kenntlich machte.

Weinbrenner.

**Herbstwässerung**, f. Bewässerung des Bodens, Bd. 1, S. 756.

**Hercynit**, f. Spinell.

**Herd**, in der Aufbereitung, f. Herdarbeit; Herd des Schmelzofens, f. Flußeisen, Bd. 4, S. 107 ff., Roheisen, Schweißisen, Blei, Kupfer, Silber, Oefen, metallurgische.

**Herdarbeit** ist derjenige nur bei der Verarbeitung der Erze angewendete Teil der nassen Aufbereitung (f. Aufbereitung), welcher das feinste Korn behandelt.

Dieses entsteht entweder bei der Arbeit in der Grube und wird mit dem Grubenklein (f. Erz) gefördert oder es wird bei der Aufbereitung absichtlich durch Zerkleinerung sehr fein eingeprengt (in andre Masse verteilter) Erze erzeugt. Das feine Korn gelangt mit Wasser gemischt als sogenannte Trübe zur Verarbeitung, die entweder bei der nassen Zerkleinerung gebildet oder, sofern es sich um Weiterverarbeitung von Zwischenprodukten handelt, durch Anrühren mit Wasser in besonderen Hilfsapparaten, den Gumpen oder Mehlkästen, hergestellt wird. Sind diese mit Rührwerken versehen, so heißen sie Rührgruppen; die Drehgumpe (f. a. d. in Fig. 6) besteht aus einem sehr flachen Kegel von etwa 0,5 m Durchmesser mit aufgesetzten radialen Rippen; sie dreht sich an einer vertikalen Welle unter einem Vorratskasten hinweg, dabei füllen sich die Zwischenräume der Rippen mit Mehl. Dieses wird durch einen Wasserstrahl abgespritzt und zu Trübe angerührt.

Fließt die Trübe von einem Zerkleinerungsapparat, Pochwerk oder einer Mühle ab, so wird sie für die Herdarbeit besonders vorbereitet (f. Sortieren der Trübe), indem die Körner nach der größeren oder kleineren Fallgeschwindigkeit in verschiedene Gruppen (Sorten) getrennt werden. Jede derselben enthält kleine, aber spezifisch schwerere und größere spezifisch leichtere Körner. So würden sich z. B. die Bleiglanzkörner von 0,25 mm Durchmesser mit den Quarzkörnern von 1,0 mm Durchmesser in derselben Sorte vereinigt finden. Die Herdarbeit bezweckt, ein derartiges Korngemenge nach dem spezifischen Gewichte zu trennen, so daß die schwersten aber kleinsten von den leichteren und diese wieder von den leichtesten aber größten Körnern gesondert werden. In der Erzaufbereitung sind fast immer die schwersten Körner die erzhaltigen, also auch die wertvollsten, während die leichtesten taub sind, also aus Bergen bestehen. Der Herd bildet eine (meistens) ebene, mäßig glatte, dabei wenig geneigte Fläche; über diese fließt die Trübe in sehr dünnem Strome. Es haben nun wegen der Reibung die an der Herdfläche strömenden Wasserschichten die geringste Geschwindigkeit  $v$ ; nach der Oberfläche zu steigert sich diese allmählich (f. Fig. 1). Daher erhalten die kleinen und schweren Körner  $a$  nur schwächere Stöße, während die größeren und leichteren Körner  $b$  auch in die schneller fließenden oberen Wasserschichten hinauftragen und dadurch auch stärkeren Wasserstößen ausgesetzt werden. Die Größe der gestoßenen Fläche spielt hierbei keine Rolle, da sich bei gleichfälligen Körnern die Massen verhalten wie die gestoßenen Flächen. Man kann nun durch Aenderung der Herdneigung die Wassergeschwindigkeit so bemessen, daß die schwersten Körner am oberen Teile, die von mittlerem spezifischen Gewicht am unteren Teile der Herdfläche liegen bleiben, dagegen



Fig. 1. Wirkung des Wasserstromes auf dem Herde.

die leichtesten, die Berge, vom Wasser über den Herd hinweggeführt werden, also auf demselben nicht zur Ablagerung gelangen. Beim Freiburger Stoßherd (Fig. 6) wird dieses Abtragen der Berge durch die Stoßbewegung befördert, man sagt daher auch: die Berge abstoßen.

Die Herdarbeit zerfällt meistens in die folgenden drei Arbeitsvorgänge: Zunächst wird eine Zeitlang Trübe über den Herd geführt und es belegt sich dessen Fläche mit einer dünnen Schicht Material (Herdbelag). Dabei sollen reine Berge den Herd verlassen; die abfließende Trübe nennt man Herdflut oder wilde Flut, sie wird in Klärteiche geführt und setzt dort die festen Bestandteile ab. Vermutet man, daß auch etwas Erz den Herd verläßt, so führt man die Herdflut zunächst durch einen Kasten (Unterfaß), welcher unter das Herdende gestellt wird, in diesem gelangen die schwereren Teilchen zum Absatz und können später nochmals verarbeitet werden. Auf dem Herde finden sich die Körnchen von oben bis unten nach abnehmendem spezifischen Gewichte abgelagert. Nach Abstellen der Trübe führt man einen Klarwasserstrom über den Herd; dabei wird der Herdbelag mit Reißgbesen oder mit der Kiste durchgearbeitet. Letztere ist ein dünnes, rechteckiges Stück Brett, das an einem zu feiner Fläche rechtwinkligen Stiele befestigt ist. Zuweilen läßt man auch aus einer Brause feine Wasserstrahlen auf den Herdbelag spritzen. Den Körnchen wird hierbei Gelegenheit zu erneuter Umlagerung gegeben, und zwar arbeitet man so, daß nur die schwersten Körner (reines Erz) auf dem Herde verbleiben, dagegen die von mittlerem spezifischen Gewicht (Zwischenprodukt oder weniger gutes Erz), auch Aiter oder Schwänzel genannt, den Herd verlassen, um sich in besonderen Sammelkästen abzusetzen. Diesen zweiten Vorgang nennt man Abläutern oder Abtreiben. Darauf wird endlich unter erneutem Klarwasserzufluß das reine Erz durch Abkehren (man sagt auch Einkehren) vom Herde entfernt und ebenfalls durch Gerinne einem Sammelbehälter zugeführt. Das Erz in dieser Form nennt man Schliech (Schlieg). Bei den einfachsten Herden, z. B. dem liegenden Herde (Fig. 2), finden diese drei Arbeiten, das Belegen, Abläutern und Abkehren, nacheinander auf der ganzen Herdfläche statt; die Arbeit ist daher eine ununterbrochene, und es ist zweckmäßig, mehrere Herde nebeneinander zu benutzen, von denen der eine belegt wird, während auf dem andern abgeläutert und abgekehrt wird.

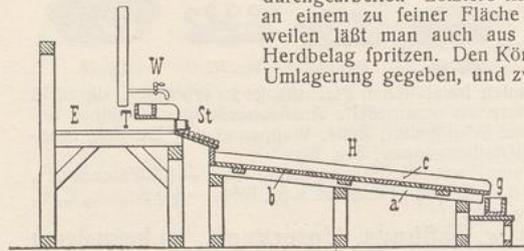


Fig. 2. Liegender Herd.

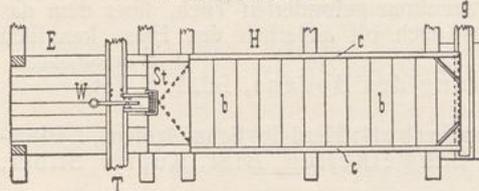


Fig. 2a.

Nach Einrichtung und Arbeitsweise teilt man die Herde ein in solche, bei denen nur ein dünner Herdbelag gebildet und bald wieder entfernt wird (Leerherde); zu dieser Gruppe gehören die sämtlichen neueren Bauarten; im Gegensatz dazu stehen die Vollherde (z. B. Schlammgraben, Freiburger Stoßherd), bei denen sich der Herd mit einer dicken Schicht belegt. Es fällt bei letzteren das Abläutern fort; der Herdbelag wird je nach seiner Zusammensetzung in mehreren Posten mit der Schaufel abgestochen und jede derselben in gleicher Weise wiederholt behandelt. Jede Post heißt auch ein Abstich; die am oberen Teile des Herdes abgelagerte auch die Stirn, in Oesterreich Köpfel. — Da man das gröbere Korn auch rötches und das feinere Korn auch zähes nennt, unterscheidet man auch die rötchen Herde oder Sandherde von den zähen Herden oder Schlammherden. Andererseits werden die Herde in feste und bewegte eingeteilt; die Bewegung bezweckt einerseits eine bessere Absonderung auf dem Herde, z. B. bei dem Freiburger Stoßherde, andererseits aber die Durchführung der Arbeit ohne Unterbrechung. In diesem Falle wird das Belegen, Abläutern und Abkehren zu gleicher Zeit auf verschiedenen Teilen der Herdfläche ausgeführt. Bei jedem Herde bezeichnet man die Richtung, in welcher die Trübe darüber strömt, als Längsrichtung (Länge), die dazu rechtwinklige als Querrichtung (Breite). Um einen guten Herdgang zu erzielen, muß die Trübe über die Herdbreite in gleichmäßiger Schicht aufgetragen werden; dies wird durch die Stelltafel oder das Happenbrett *St* in Fig. 2 und 6 bewirkt. Auf demselben bilden die Stellklötzchen oder Happen mit der Unterkante des Brettes ein gleichschenkliges Dreieck. An der Spitze des letzteren strömt die Trübe zu, zwischen den Klötzchen fließen Teilströme hindurch und breiten sich über die Stelltafel gleichmäßig aus. Die Klötzchen können etwas gedreht werden, um die richtige Verteilung zu erreichen. Ferner muß die Herdfläche in der Querrichtung wagerecht liegen, damit der Trübestrom in gleich starker Schicht über den Herd fließt; andernfalls drängt sich die Trübe nach der einen Seite, und es entflieht auf dieser eine stärkere Strömung. Die meisten Herde sind eben; nur die Rundherde bestehen aus sehr stumpfen Kegelflächen, auch die parabolische Fläche kommt vor.

Zu den festen Herden gehören der liegende Herd und der Schlammgraben. Ersterer (Fig. 2) wird von dem Kehren mit Reißgbesen auch Kehrherd oder Einkehrherd und, da man statt verwaschen auf dem Herde wohl schlämmen sagt, auch Schlammherd genannt. Der ebene Herd *H* besteht aus den durch Querleisten verbundenen Herdbäumen *a*, darauf ist die Dielung *b* aus Brettern von feinjähigem Holze genagelt, seitlich begrenzen den Herd die Bordbretter *c*. Am unteren, durch aufgenagelte Leisten zusammengezogenen Ende

nimmt ein Gerinne *g* die Herdflut auf; am oberen Herdende (Herdkopf) befindet sich eine Arbeitsbühne *E*, von welcher aus die Zuführung der Trübe in einem Gerinne *T* und die Klarwasserzuführung durch die Rohrleitung *W* geregelt werden kann. Die Trübe fließt zum Zurückhalten etwaiger Unreinlichkeiten durch ein kleines Sieb und über die Stelltafel *St* auf den Herd. Für röfches Korn erhält der Herd, welcher etwa 1 m Breite und 4 m Länge hat, 10–15° Neigung, für zähes Korn etwa 6°. Man vermindert die Neigung durch Unterlegen von Keilen am unteren Herdende. Ein Mann bedient zwei Herde; jeder derselben kann in einer Stunde etwa dreimal 2 mm dick belegt, darauf geläutert und abgekehrt werden. Der röfchesten Trübe gibt man etwa einen Mehlgehalt von 0,8 kg auf 1 l, der zähesten nur 0,15 kg. Erfahrungsgemäß ist der beschriebene liegende Herd nicht zur Abcheidung solcher Erzteilchen geeignet, welche sich wegen ihrer Form als dünne Plättchen trotz hohen spezifischen Gewichtes (Bleiglanz, gediegenes Silber und Gold) längere Zeit im Wasser schwimmend erhalten. Um auch hier zum Ziele zu gelangen, belegt man den Herd mit Tüchern (Plane, Planne oder Plache genannt, davon Planenherd oder Plachenherd), in deren rauher Oberfläche sich die feinen Erzteile



Fig. 3. Schlammgraben.

festsetzen, während die Berge vom Wasser darüber hinweggerollt werden. Die Planen werden von Zeit zu Zeit abgenommen und in Sammelkästen gut gespült, die Arbeit ist also unterbrochen. — (Ueber die kontinuierlichen Planenherde vgl. weiter unten).

Der Schlammgraben, oft kurzweg Graben genannt (Fig. 3), unterscheidet sich der Bauart nach vom liegenden Herde wesentlich nur durch die größere Tiefe, da sich in ihm der Schliech zu einer dicken Schicht ansammeln soll; er gehört also im weiteren Sinne zu den Vollherden. Die Trübe *T* wird im Mehlkasten *M* angerührt und ohne weiteres dem Graben zugeführt; das zur Verdünnung nötige Klarwasser gelangt aus dem Gerinne *W* in einen Behälter, das Gefälle *G*, und dann, während etwaiger Wasserüberschuß in das Gerinne *W¹* abfließt, über eine wagerechte Kante auf die ganze Breite gleichmäßig verteilt, zum Graben. Dieser wird, wie sich der Belag anhäuft, am unteren Ende durch Spunde, welche in die Oeffnungen *s* des Fußbrettes passen, nach und nach geschlossen; das vorgefetzte Brett *v* führt die Herdflut in das Gerinne *g*. Durch die Unterfässer *U* und *U¹* gelangt sie weiter in das Gerinne *g¹* und von dort in Klärfümpfe. Während der Arbeit wird mittels einer Kiste die Oberfläche des Belages eben gehalten. Der Schlammgraben dient hauptsächlich für röfcheres Korn und wird nur bei einfachen und kleinen Verhältnissen angewendet. Der angefammelte Schliech wird nach feinem Gehalte in Posten abgestochen.

Die Anfänge der bewegten Herde sind in den Sichertrögen zu erblicken, welche jetzt nur zur mechanischen Probe der Ergebnisse der Herdarbeit und zuweilen zur letzten Anreicherung sehr wertvoller, z. B. goldhaltiger Schlieche Verwendung finden. Die Formen der Sichertröge sind örtlich verschieden, Fig. 4 zeigt den Freiburger, Fig. 5 den Salzburger Sichertrög; letzterer wird auch Sachse oder Handfachsche genannt. Man bringt den zu verwaschenden Schliech mit etwas Wasser auf den Sichertrög und schwingt diesen mit einer Hand so hin und her, daß das Wasser jedesmal lebhaft nach dem einen Ende strömt, dabei die Bergeteilchen

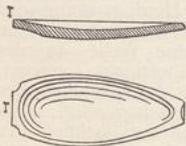


Fig. 4. Freiburger Sichertrög.

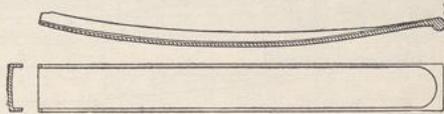


Fig. 5. Salzburger Sichertrög oder Handfachsche.

mitnimmt, jedoch langsamer zurückfließt. Mit dem Ballen der andern Hand werden dabei Stöße auf die Rückseite *r* des Troges gegeben, wodurch die Ansammlung der schwersten Teilchen wie beim Freiburger Stoßherde befördert wird. Es gehört viel Uebung dazu, um die nötige Geschicklichkeit zu erlangen. Größere Salzburger Sichertröge werden zur leichteren Handhabung in einfacher Weise aufgehängt und heißen Hängesachse. Feinjähriges Lärchenholz soll das beste Material für Sichertröge sein; auch in schüffelförmig kreisrunder Form aus Holz oder Metallblech kommen sie vor unter dem Namen Waschschüffel.

Der älteste eigentliche bewegte Herd, der an vielen Orten auch heute noch wegen seiner Vielseitigkeit Anwendung findet, ist der Langstoßherd. Allgemein ist bei den bewegten Herden zu unterscheiden: der Herd selbst, das Herdgerüst, die Einrichtungen für das Auf- und Abtragen und die Bewegungsvorrichtungen. Fig. 6 und 6a zeigt die Freiburger Ausführung des Langstoßherdes. Der Herd *H* ist stets aus Holz, ähnlich, jedoch stärker gebaut als der liegende Herd; namentlich der Herdkopf *k* ist kräftig gehalten, da er die Stöße aufnehmen soll. Das Herdgerüst ruht auf einem gemauerten Fundament und besteht der Hauptsache nach aus dem Schwellwerk und drei Paar Säulen, von denen im vorliegenden Falle *S* und *S¹* aus Gußeisen, *S²* aus Holz gefertigt sind. An den Säulenpaaren *S* und *S¹* ist der Herd mittels zweier Kettenpaare *K* und *K¹* aufgehängt; *K* sind die Stellketten, sie werden an der Herdwelle *w* befestigt und können nachgelassen und angezogen werden, um die Herdneigung zu ändern. *K¹* sind die Spannketten; durch dieselben erhält der Herd das Bestreben, nachdem er vorgestoßen wurde, wieder zurückzufallen. Um die Spannung zu vergrößern oder zu verkleinern, kann der untere Befestigungspunkt dieser Ketten mehr oder weniger nach vorn verlegt werden. Auch sind an

den Ketten selbst Stellschrauben angebracht, um die Herdfläche in der Querrichtung wagrecht stellen zu können. Die Arbeitsbühne *E* stützt sich auf die beiden Säulenpaare *S*<sup>1</sup> und *S*<sup>2</sup>; auf derselben befinden sich der Mehlkasten *M*, die Drehgumpe *d* und die Klarwasserzuführung *W*. Die angerührte Trübe fließt durch ein Sieb und über die Stelltafel *St* auf den Herd; andererseits kann aber auch aus Spitzkästen u. dergl. fortierte Trübe in Gerinnen zugeführt werden. Am unteren Ende des Herdes gelangt die Herdflut in das Gerinne *g*. Die Stoßbewegung des Herdes wird folgendermaßen erzeugt: die Daumen der Welle *D* drücken auf den einen Arm des Winkelhebels oder Drückels *Dr*; dadurch schiebt die in dem andern Hebelarme befestigte Schubflange *h* den Herd vor, der durch sein Eigen-

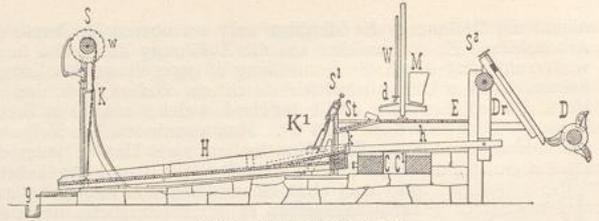


Fig. 6. Freiburger Stoßherd.

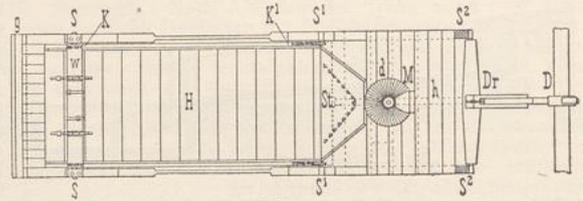


Fig. 6a.

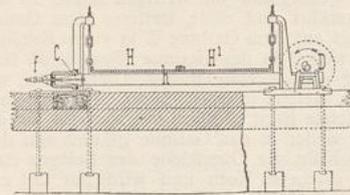


Fig. 7. Rittinger Stoßherd.

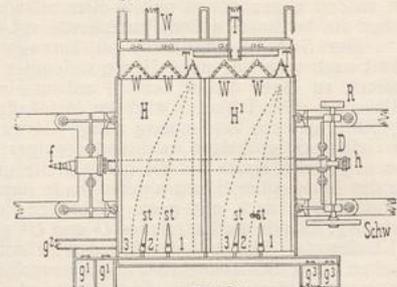


Fig. 7a.

gewicht gegen die Stauchvorrichtung *C, C*<sup>1</sup> wieder zurückfällt. Die Länge des Drückelarmes, auf den die Daumenwelle wirkt, und dadurch die Länge des Ausschubes kann mittels der Stellvorrichtung *st* geändert werden. Durch die Herdbewegung wird bei jedem Stoße eine kleine Welle in der Trübeficht erzeugt, die das Abstoßen der Berge begünstigt, während der Rückstoß des Herdes die abgelagerten Teilchen zu einem festen Herdbelage vereinigt. Da die Neigung der Herdfläche, die Spannung des Herdes und auch die Länge des Ausschubes stellbar sind, so kann der Stoßherd allen Verhältnissen angepaßt werden; er ist, wie oben bereits erwähnt, ein Vollherd; man läßt den Schliech sich zu einer bis 12 cm starken Schicht ansammeln und schiebt ihn mit der Schaufel dann ab. Die Bauart des Salzburger Stoßherdes weicht insofern von der geschilderten ab, als die Daumenwelle unmittelbar, ohne Drückelein-

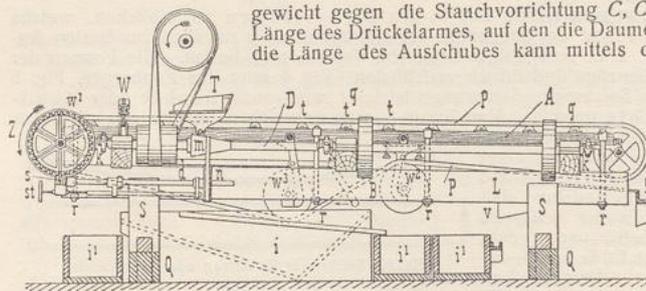


Fig. 8. Frue Vanner oder Schüttelherd.

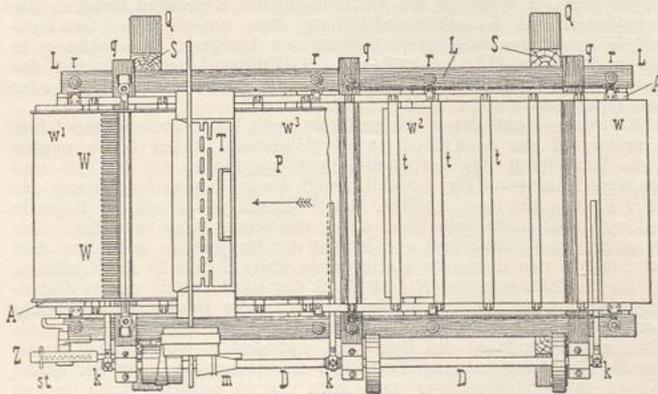


Fig. 8a.

richtung, auf die Schubflange wirkt. Der Rittinger-Herd ist ein kontinuierlicher Querstoßherd (Fig. 7 und 7a). Gewöhnlich sind zwei Herdflächen  $H$  und  $H^1$  zu einer Platte vereinigt; die Trübe wird über eine Stelltafel  $T$  an einer Seite nur auf etwa ein Viertel der Herdbreite, über die andern drei Viertel Klarwasser  $W$  aufgetragen. Die Aufhängung des Herdes ist aus der Figur ersichtlich; die Bewegung findet folgendermaßen statt: ein Querriegel, die sogenannte Zunge  $h$ , ist unter dem Herde befestigt; dieser wird in der Ruhelage durch eine Zugflange und die Feder  $f$  gegen den im Herdgerüst festgelegten Stauchklotz  $C$  gezogen. Gegen den Federdruck ziehen die Daumen  $D$  der Welle, die in eine Ausparung der Zunge eingreifen, den Herd nach rechts, und dieser stößt dann durch den Federzug gegen den Stauchklotz. Während die in der Trübe vorhandenen Bergeteilchen auf ziemlich geradem Wege schnell über den Herd in das Bergegerinne  $g^1$  hinweggeführt werden, erhalten die auf dem Herde zur Ablagerung gelangenden Erzteilchen unter dem zweifachen Einflusse des Wasserstromes und der Herdstöße parabolische Bahnen. Diejenigen von mittlerem spezifischen Gewicht verlassen den Herd bei 2 und gelangen in das unter dem Herde befindliche Zwischenproduktgerinne  $g^2$ , die schwersten, welchen der Wasserstrom die geringste Geschwindigkeit erteilt, bleiben während der längsten Zeit den Querstößen ausgesetzt; die Krümmung ihrer parabolischen Bahn ist daher am stärksten, sie verlassen den Herd bei 3 und werden von dem Erzgerinne  $g^3$  aufgenommen. Die Breite der Ströme 1, 2 und 3 kann durch die stellbaren Teiler  $st$  je nach der Zusammenfassung der Trübe bemessen werden. Dem Vorteil der kontinuierlichen Arbeit steht der Nachteil gegenüber, daß der Rittinger-Herd erheblich geringere Trübemengen verarbeitet als der Freiburger Stoßherd.

Bei den kontinuierlichen Planenherden wird eine über Führungswalzen gespannte Plane ohne Ende mit fortchreitender Längs- oder Querbewegung benutzt, um den Schliech aus dem Trübestrom zu entfernen, dem Läuterwasser zuzuführen und dann abzutragen. Zur Planenbewegung kommt zuweilen noch eine Stoß- oder Schüttelbewegung hinzu, um die Beweglichkeit der Schliechteilchen zu erhöhen. Die jetzt am meisten angewendeten Planenherde sind der Schüttelherd (Frue Vanner) und der Steinfche Herd.

Beim ersteren (Fig. 8 und 8a) hat die Plane  $P$  eine Längsbewegung, dem Trübestrom entgegen; sie besteht aus Gummistoff und hat an den Seiten aufrecht stehende Ränder. Die Führung der Plane geschieht durch die vier Walzen  $w, w^1, w^2$  und  $w^3$ ; von diesen ist  $w$  mit einer Spannvorrichtung versehen,  $w^1$  erteilt die Bewegung,  $w^2$  und  $w^3$  liegen auf der Unterseite und führen die Plane durch den Wasserkasten  $i$ ; außerdem wird der obere Teil der Plane durch Tragwalzen  $t$  gestützt. Sämtliche Walzen sind im Herdrahmen  $A$  verlagert und dieser ruht auf dem Schwellwerk ( $Q$  Querschwellen,  $S$  Herdfäulen,  $L$  Längschwelen,  $q$  obere Querschwellen) mittels der Stützstangen  $r$ ; durch Keile  $v$  kann die Herdneigung geändert werden. Die Bewegung der Plane wird von der seitlich angeordneten Welle  $D$  vermittelt, und zwar durch den Konus  $m$ , die Schnurrolle  $n$  auf der Welle  $d$ , die Schnecke  $s$  und durch das auf der Welle der Walze  $w^1$  befestigte Schneckenrad  $Z$ . Durch die Stellvorrichtung  $st$  kann die Schnurrolle  $n$  am Konus  $m$  entlang verschoben und die Geschwindigkeit der Plane geregelt werden. Außerdem erhält der ganze Herdrahmen durch die auf  $D$  angebrachten drei Kurbeln  $k$  Querschüttelbewegung. Die Trübe wird von dem Happenbrett  $T$  über die Plane verteilt; die sich absetzenden Teilchen werden unter der Brause  $W$  geläutert, gelangen um die Walze  $w^1$  herum auf die Unterseite und werden im Unterfasse  $i$  und durch die Brause  $B$  abgespült; die aus dem Kasten  $i$  beiderseits überfließende Erztrübe findet in den Kästen  $i^1$  Gelegenheit zu weiterer Klärung. Die abgetragenen Berge fließen über die Plane abwärts in das Gerinne  $g$ . Der Herd besitzt demnach die Eigentümlichkeit, daß er die aufgegebene Trübe nur in zwei Produkte zerlegen kann. Der Frue-Vanner stammt aus Nordamerika und wird in der Goldaufbereitung sehr viel angewendet.

Dagegen ist der Steinfche Herd (Fig. 9, 9a, 9b), der in Freiberg zuerst gebaut wurde, zur Aufbereitung zusammengesetzter Erze geeignet. Das Herdgerüst besteht außer dem Schwellwerk aus den Säulenpaaren  $S$  und  $S^1$  und wird durch die Strebe  $s$  verstärkt. Der Herdrahmen  $A$  ist mittels vier Stangen  $r$  an den Armen  $q$  aufgehängt, welche letztere um die Hilfsstrebe  $s^1$  drehbar sind und in der richtigen Neigung durch die Schraubenmutter  $st$  an besonderen Stangen festgestellt werden können. Auf dem Herdrahmen ist die Herdplatte  $H$  befestigt und über diese und die beiden Walzen  $w$  und  $w^1$  die glatte Plane gespannt; der untere Teil wird durch die Hilfswalzen  $t$  getragen. Die Querbewegung der Plane wird bei der neuesten Bauart durch die Schnurrolle  $n$  bewirkt, welche auf der Achse von  $w^1$  sitzt; der Querstoß des ganzen Herdes ist wie beim Rittinger-Herde durch die Daumenwelle  $D$  — mit Schwungrad  $Schw$  und Riemenscheiben  $R$  — durch Zugflangen und Feder  $F$  erreicht; der Herd wird nach rechts herausgezogen und stößt gegen den Stauchklotz  $C$  an der linksseitigen Säule. Unabhängig von dem Herde ist die Aufgabevorrichtung in Form eines Gerinnes an den Hilfsfäulen  $S^1$  befestigt; in der Abteilung  $T$  wird die Trübe zugeführt und dann mittels der Stelltafel  $St$  über etwa ein Drittel der Herdbreite verteilt; der entstehende Belag wird durch die Planenbewegung nach links geleitet, wo aus den beiden andern Abteilungen des Gerinnes  $W$  Läuterwasser über den Herd strömt und überdies die diagonal gelegte Brause  $B$  das allmähliche Abspülen der Produkte befördert. Diese werden von einem mehrteiligen Gerinne  $g$  für die Berge,  $g^1$  für das ärmere,  $g^2$  für das reichere Zwischenprodukt und  $g^3$  für das Erz aufgenommen; Abfallluten führen die Schlieche in die Sammelkästen  $i, i^1, i^2$  und  $i^3$ . Um die Bewegung der Plane zu erleichtern, wird unter derselben auf der Herdplatte ein Wasserbett erzeugt, indem durch den Behälter und das Rohr  $u$  das Klarwasser zugeführt und mittels Diagonalrillen, die von einer Querrille ausgehen, gleichmäßig verteilt wird. Bei der Freiburger Aufbereitung [1] erhält der Herd 80 mm Planengeschwindigkeit und 150 Stöße, beides in der Minute; in derselben Zeit werden 14 l Trübe mit 0,15 kg fester Bestandteile auf 1 l aufgegeben und dabei 60 l Klarwasser verbraucht.

Der Herd beansprucht 0,5 PS. Betriebskraft; acht Herde können von einem Manne beaufichtigt werden. — Der neuerdings vielfach angewendete Ferraris-Herd [2] ist ein Querstoßherd etwa von den Abmessungen des Steinfchen Herdes. Die Herdfläche wird von Linoleum gebildet, welches in der Querrichtung für rösches Korn mit schmalen, dünnen Leisten benagelt, für zähes Korn mit Querrillen versehen ist. Hierdurch bewegt sich das Korn langsamer über die Herdfläche als beim Steinfchen Herde. Das Auftragen der Trübe findet in gleicher Weise wie beim Steinfchen Herde, das Abtragen nicht nur am unteren, sondern auch (für das schwere Korn) am linken Rande der Herdtafel statt. — In den Vereinigten Staaten von Nordamerika ist der ähnlich gebaute Wilfley-Herd in Gebrauch.

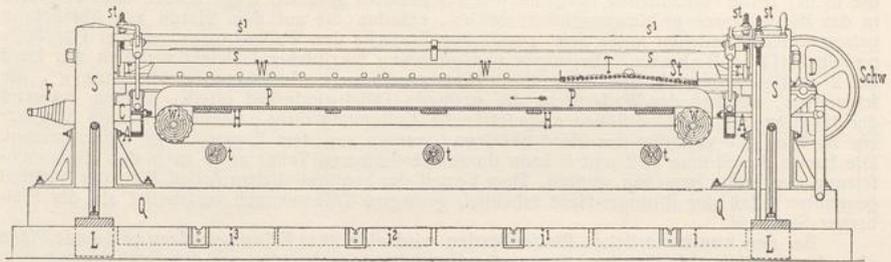


Fig. 9. Steinfcher Herd.

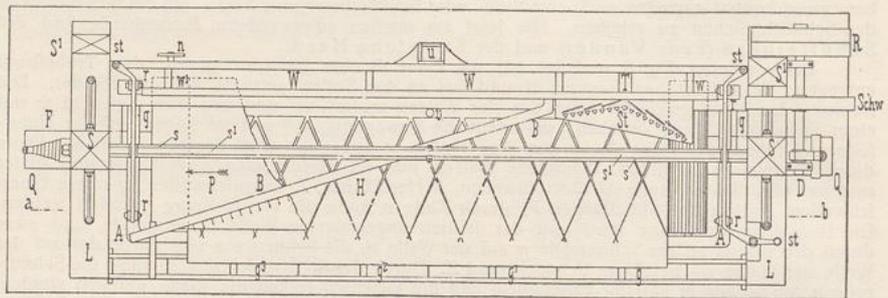


Fig. 9a.

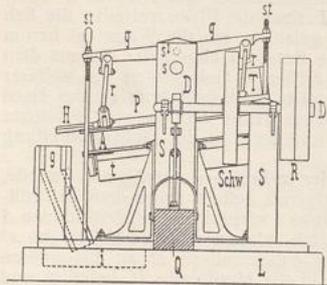


Fig. 9b.

Die kontinuierlich arbeitenden Rundherde haben sehr stumpfe Kegel als Arbeitsflächen; hieraus folgt, daß die Neigung, welche man einem Rundherde einmal gegeben hat, nicht ohne weiteres geändert werden kann. Auch ist ihnen eigentümlich, daß die Trübe nicht in gleichmäßig dicker Schicht über den Herd frömt und deren Geschwindigkeit sich ändert. Die Rundherde (round buddle), wohl auch rotierende Herde, rotierende Herdwäsche oder Drehherde genannt, sind entweder Kegelherde — die Herdfläche fällt nach außen ab, die Trübe wird nahe der Herdmittle aufgetragen, die Trübeschicht nimmt beim Fließen über den Herd an Dicke ab und verlangsamt ihre Geschwindigkeit, da sie beim Wege über den Herd immer größere Flächen bedeckt, am Umfange verläßt die Trübe den Herd; oder es sind, wenn-

gleich sehr viel seltener, Trichterherde — die Herdfläche vertieft sich nach innen, demzufolge wird die Trübe am äußeren Rande aufgetragen, auf ihrem Weg über den Herd wird die Trübeschicht allmählich stärker und ihre Geschwindigkeit größer. Der Kegelherd eignet sich besonders für solche Erze, welche in mehrere Poffen getrennt werden sollen (das Dünnerwerden der Trübeschicht begünstigt dies); der Trichterherd dagegen sollte nur angewendet werden, wenn aus einer großen Menge von Trübe die wenigen noch nutzbaren Bestandteile auszufcheiden sind; er dient daher namentlich zur Weiterverarbeitung armer Zwischenprodukte. Soll ein Rundherd ununterbrochen arbeiten (die älteren nach Art der Schlammherde gebauten Rundherde kommen kaum noch in Betracht), so muß entweder bei stillstehendem Herde die Aufgabevorrichtung gedreht werden (dies ist der Fall bei Herden von großem Durchmesser), oder der Herd dreht sich und die Aufgabevorrichtung steht still; letztere Anordnung wird bei kleineren Herden gewählt. In beiden Fällen wird bei jeder Umdrehung der Herd einmal belegt, der Belag dann abgeläutert und endlich abgspült; alle drei Vorgänge finden auf drei verschiedenen Kreis-sektoren gleichzeitig nebeneinander statt. Die Rundherde verarbeiten sehr große Mengen von Trübe, brauchen aber viel Klarwasser; sie werden bis zu 10 m Durchmesser gebaut. — Kurz möge hier noch der Rundstoßherd von Bartsch erwähnt werden, ein Herd mit parabolisch gekrümmter Oberfläche, der während der Drehung schwache Stöße erhält.

Als Beispiel soll der häufig angewendete Linkenbachsche Rundherd (Fig. 10 und 10a) beschrieben werden; er ist ein feststehender Kegelherd *H* mit beweglicher Aufgabe- und Abtragevorrichtung. Der Herd wird auf einem Fundament gemauert und dann mit Zementputz versehen, welcher mittels rotierender Schablone die gewählte Neigung, im Mittel 1:10, erhält; am Umfange ist der Herd mit Tropfkante versehen. In der Mitte wird ein schachtartiger Raum ausgepart; in denselben führt von außen ein Kanal *a*. Die im Mittelpunkt des Herdes stehende Welle wird durch Schnecke ohne Ende und Schneckenrad *S* in langsame Umdrehung versetzt; an ihrem unteren Teil ist an einem kleinen Stern von Tragarmen ein kreisrundes Gerinne befestigt, in welches durch den Kanal *a* und das Rohr *T* beständig Trübe geleitet wird. Diese fließt jedoch immer nur auf die eine Herdhälfte, nämlich über die Stelltafel *St*. Das Trübe gerinne wird auf der andern Kreishälfte von dem Klarwassergerinne *v* umgeben, aus welchem das Läuterwasser über die Stelltafel *W* auf die andre Herdhälfte geführt wird, welche vorher mit Schliech belegt wurde. Die Brausen *B* verstärken die abläuternde Wirkung, während die Braufe *B*<sup>1</sup> den verbliebenen Erzschliech vom Herde abspült. Es fließen daher beständig von einem Teile des Herdes die Berge, von dem andern das Zwischenprodukt und von einem verhältnismäßig schmalen Teile das Erz ab, jedoch drehen sich diese Sektoren ständig mit der Aufgabevorrichtung. Dementsprechend ist das Abtragen vorgesehen. An einem großen Stern von Armen *d*, die oben an der senkrechten Welle befestigt sind, hängt an Tragtanglen ein den Herd kreisförmig umgebendes Gerinne, welches durch eingefetzte Zwischenwände in drei Abteilungen zerlegt ist, *g*<sup>1</sup> für die Berge, *g*<sup>2</sup> für die Zwischenprodukte und *g*<sup>3</sup> für das Erz; aus diesen werden die Poffen getrennt durch angefetzte Rohre (vgl. den senkrechten Schnitt) drei verschiedenen Gerinnen zugeführt, welche den Herd konzentrisch umgeben und aus denen weitere Gerinne zu Sammelfümpfen führen. An den Armen *d* hängen auch die Brausen; die Klarwasserzuführung *W*<sup>1</sup> wird ebenfalls von oben her durch ein kreisförmiges Gerinne vermittelt.

Die Weiterverarbeitung der bei der Herdarbeit sich ergebenden Zwischenprodukte erfolgte früher immer derart, daß die Schlämme in Stümpfen gesammelt, ausgehoben, in Gumpen wieder zu Trübe angerührt und verwaschen wurden. In neuerer Zeit hat man bei den kontinuierlich arbeitenden Herden das Zwischenprodukt (gewöhnlich von mehreren Herden vereinigt und nach vorheriger Konzentration) in Trübeform weiter auf einen andern Herd zur Verarbeitung geleitet. Derart zusammenarbeitende Herde nennt man wohl auch Verbundherde. Dieses Verfahren ist namentlich bei Rundherden und auch beim Steinchen Herde zur Anwendung gebracht worden.

Literatur: Vgl. die unter Aufbereitung, Bd. 1, S. 350, unter [1], [2], [3] u. [5] genannten Werke. — [1] Seemann, Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen, Freiberg 1893, S. 76. — [2] Zeitschr. für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preußischen Staate 1903, S. 252, Taf. 28 u. 29. Treptow.

**Herdflut**, f. Herdarbeit.

**Herdfrischen**, f. Schweißeißen.

**Herdguß**, f. Eifengießerei, Bd. 3, S. 356.

**Herdhähne**, Zapfhähne für kaltes oder warmes Wasser, die über größeren Kochherden in der Regel in Verbindung mit einer auf der Herdplatte befestigten Säule von Eisen oder Messing angebracht werden.

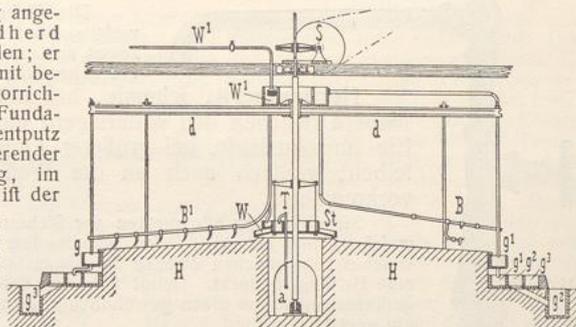


Fig. 10. Linkenbachs Rundherd.

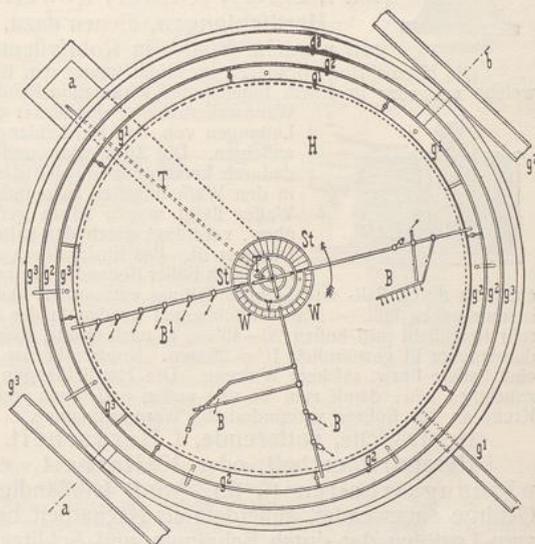


Fig. 10 a.



Herdhahn.

Die Hähne können mit der Säule selbst verschraubt sein oder sie befinden sich in horizontal ausladenden, meist drehbaren Armen (vgl. die nebenstehende Figur). *Blacken.*

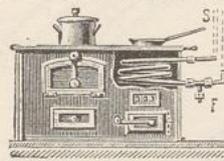
**Herdmauern**, schmale, hakenförmig in die Tiefe greifende Mauern zwischen den Widerlagern eines Durchlasses, und zwar am Ein- und Auslaufe, bei größerer Objektlänge auch innerhalb derselben, vielfach auch an der Wasserseite von Talpferrenmauern vorkommend.

Sie dienen im allgemeinen zur Sicherung der Fundamente gegen Unterwäsung und bei Durchlässen insbesondere zur Festhaltung des Herdpflasters, welches zum gleichen Zwecke die ganze Sohle innerhalb des Durchlasses (als eine Bettung) bedeckt. Dehnt sich die tiefere Herdmauerung über die ganze gedachte Sohle aus (dann gewöhnlich in Form eines Sohlengewölbes), so ist dies ein gemauerter Herd.

**Herdöfen**, f. Oefen, metallurgische, ferner Blei, Flußeisen (Bd. 4, S. 107), Kupfer, Roheisen, Schweißisen, Silber.

**Herdflangen**, dienen dazu, die Herdfeuerung zur Bereitung von warmem Wasser in Rohrsystemen auszunutzen.

Die Herdflange (f. die Figur) bildet immer den tiefsten Punkt der Doppelleitung, durch welche entweder in einem sogenannten Zirkulationsländer oder in einem höher gelegenen



Warmwasserbehälter das Wasser erwärmt werden soll; stets müssen die Leitungen von der Herdflange aus nach dem Wasserbehälter hin ansteigen. Die Zirkulation und mit ihr die Wassererwärmung wird dadurch hervorgerufen, daß das Steigrohr *S* etwa 30–40 cm höher in den Wasserbehälter ausmündet als das Fallrohr *F*; das erwärmte Wasser steigt wegen seines geringeren Gewichts im Steigrohr nach oben, verdrängt durch das kalte Wasser im Fallrohr, das spezifisch schwerer ist. Bei Einschaltung eines Zirkulationsländers wird dieser mit einem höher liegenden kleinen Wasserbehälter (Expansionsreservoir) ebenfalls durch Fall- und Steigrohrleitung verbunden, wobei man das Fallrohr möglichst tief heruntergehen läßt. — Die Herdflangen werden in der Regel aus Schmiedeeisen oder Kupferrohr hergestellt und kosten 20–40 *M.*, je nach Größe, Rohrdurchmesser und Material; der Rohrdurchmesser ist gewöhnlich 1" = 25 mm. Kupferrohr hat vermöge seiner geringen Wandstärke eine bessere bzw. raschere Wirkung. Die Herdflangen sollen leicht aus dem Herd herauszunehmen sein, damit man sie von außen und innen reinigen kann; jede äußere und innere Kruste an den Röhren vermindert die Wärmeaufnahme. *Blacken.*

**Herdwäße**, rotierende, f. Herdarbeit.

**Hereintreibarbeit** oder Keilarbeit, eine der bergmännischen Gewinnungsarbeiten (f. d.), wird selbständig in zerklüftetem (gebrächem) Gebirge angewendet, außerdem als Nacharbeit bei der Keilhauenarbeit (f. d.) zum Loslösen der durch Schrämen und Schlitzen frei gemachten Massen. Der letztere Fall ist wichtig für solche Steinkohlengruben, in denen wegen der Entwicklung von Schlagwettern und Kohlenstaub die Schießarbeit verboten oder nur unter Beobachtung von Sicherheitsmaßregeln gestattet ist (f. Wetter) [1].

In klüftigem Gebirge werden Keile mittels schwerer, langgestielter Hämmer (Treibefäufel) in die vorhandenen Risse hineingetrieben und hierdurch Stücke des Gesteins losgesprengt. Haben die Klüfte einen regelmäßigen Verlauf, etwa wie die Schichtung oder Schieferung, so sind schlanke Flachkeile von rechteckigem Querschnitt, in eine stumpfe Schneide auslaufend, zweckentsprechend; bei unregelmäßiger Zerklüftung werden Spitzkeile (auch Fimmel genannt) von quadratischem Querschnitt, in eine vierseitige Spitze auslaufend, verwendet. — Im Steinbruchbetrieb wird die Keilarbeit zum Zerlegen größerer Blöcke in Werkstücke angewendet. In reihenweise angeordnete keilnutzförmige Löcher werden Keile eingesetzt und sehr allmählich eingetrieben, bis ein Sprung in der beabsichtigten Richtung entsteht. Die Keilwirkung wird erhöht, wenn man zwischen Keil und Gestein starke Eisenbleche (Legeisen, Zulagen) beiderseits einlegt; hierdurch wird

der Druck auf größere Flächen gleichmäßig verteilt und auch verhindert, daß sich der Keil unter Zermalmung von Gesteinsmaterial in dieses eindrückt. Zuweilen wird statt Keil und Fäufel die Brechstange (f. d.) benutzt, indem man ihr kolbiges oder schneidenförmiges Ende in die Risse einzwängt und dann wuchtet.

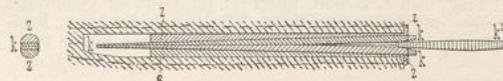


Fig. 1.

Um stärkere Wirkungen zu erzielen, wie sie in Kohlengruben erwünscht sind, werden mehrere Keile mit Zulagen, z. B. die patentierten Einatzkeile Hardypick, angewendet (Fig. 1). In ein etwa 5–8 cm weites Bohrloch legt man zwei Zulagen *z* von halbkreisförmigem Querschnitt ein und treibt zwischen diese zwei Keile *k*. Diese letzteren sind so geformt, daß, wenn nötig, bequem noch ein weiterer Keil *k*<sup>1</sup> dazwischen eingetrieben werden kann.

Das Verbot der Schiebarbeit in Schlagwettergruben hat zum Bau von Keilapparaten Veranlassung gegeben, bei denen die Keilwirkung durch mechanische Mittel erreicht wird. Der bekannteste dieser Apparate dürfte Levet's Keil (Fig. 2) [1]; er besteht aus einem Zylinder C, in dem ein Doppelpulpkolben K durch den Druck einer Flüssigkeit (Oel, Glycerin) rückwärts verschoben werden kann.

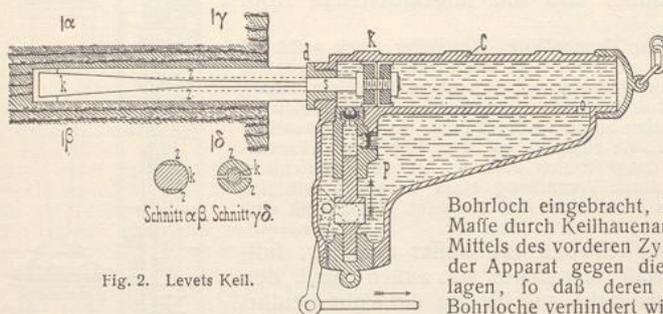


Fig. 2. Levet's Keil.

Die vorn am Kolben befindliche Kolbenstange s geht in ihrer Verlängerung in einen Keil k über. Dieser wird nebst Zulagen z, deren Form aus den Schnitten ersichtlich ist, in ein 8—10 cm weites

Bohrloch eingebracht, nachdem die zu löfende Masse durch Keilhauenarbeit frei gemacht wurde. Mittels des vorderen Zylinderdeckels d stützt sich der Apparat gegen die hintere Fläche der Zulagen, so daß deren Herausziehen aus dem Bohrloche verhindert wird. Am unteren Teile des Zylinders befindet sich in einem Behälter eine

kleine hydraulische Pumpe P, welche Flüssigkeit vor den Kolben drückt, dessen Bewegung nach rückwärts bewirkt und den Keil zwischen die Zulagen zieht. Die hinter dem Kolben befindliche Flüssigkeit kann durch die Oeffnung o in den Saugraum der Preßpumpe entweichen. Um nach

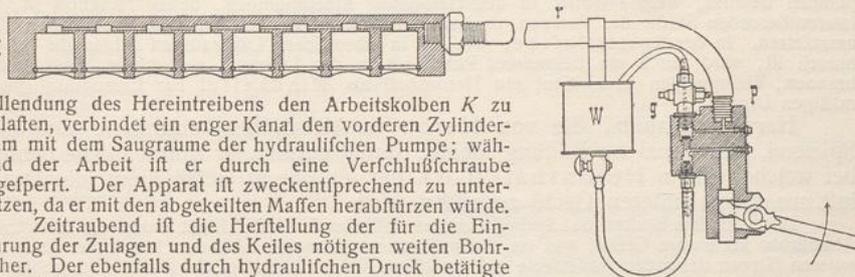


Fig. 3. Tonges Apparat.

Vollendung des Hereintreibens den Arbeitskolben K zu entlasten, verbindet ein enger Kanal den vorderen Zylinderraum mit dem Saugraume der hydraulischen Pumpe; während der Arbeit ist er durch eine Verschlusschraube abgepferrt. Der Apparat ist zweckentsprechend zu unterstützen, da er mit den abgekeilten Massen herabstürzen würde.

Zeitraubend ist die Herstellung der für die Einführung der Zulagen und des Keiles nötigen weiten Bohrlocher. Der ebenfalls durch hydraulischen Druck betätigte Kohlenbrechapparat Walcher [2] dürfte wenig in Aufnahme gekommen sein.

Mit der von Tonge in Bolton angegebenen hydraulischen Preßvorrichtung (hydraulic mining cartridge) sind auf englischen Kohlengruben nennenswerte Erfolge erzielt worden [3]. Die Kosten waren denjenigen bei Anwendung der Schiebarbeit gleich, doch erhöhte sich der Stückkohlenfall um 10—25%. Auch dieser Apparat wird so verwendet, daß die Kohle zunächst unterchrämt wird, und daß am Hangenden etwa 80 mm weite Löcher gebohrt werden, in denen der Druck zur Wirkung gelangt. Die Vorrichtung (Fig. 3) besteht aus dem Preßzylinder C von etwa 50 cm Länge und 75 mm Durchmesser; in demselben sind acht kleine doppelte Preßkolben a und b (Fig. 4) so angeordnet, daß der Druck unmittelbar auf eine Zulage d und eine tunlichst große Fläche der Kohle ausgeübt wird. Die Preßpumpe P, welche mittels Verbindungsrohr r mit dem Preßzylinder verbunden ist, wird mittels Handhebel betätigt, der angehängte Wasserbehälter W ist durch Gummischläuche mit der Preßpumpe verbunden. Durch Oeffnen des Hahnes g können die Druckkolben wieder entlastet werden. Mit dem Apparat soll ein Gesamtdruck von 60 t oder von 500 kg auf 1 qcm ausgeübt werden. Auch hangende gebräuche Gesteinsbänke und das Liegende in den Förderstrecken werden mit dem Apparat hereingenommen. — Namentlich in Belgien wird die Keilarbeit mittels der Bohrmaschine Dubois und François (auch Boffeeyeufe genannt) ausgeführt. Dieselbe kann zunächst zur Herstellung des Schrames, dann der Bohrlocher und endlich nach Vertaufung des Bohrers gegen einen Stahlklotz von 30—40 kg Gewicht auch zum Eintreiben des Keiles zwischen die in das Bohrloch gebrachten Zulagen benutzt werden [4].

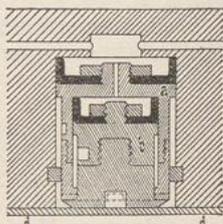


Fig. 4. Doppelkolben zu Tonges Apparat.

Literatur: [1] Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuß. Staate, Bd. 30, 1882, S. 230. — [2] Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, Wien 1886, S. 283, und 1887, S. 167. — [3] Effener „Glückauf“ 1905, S. 989, und 1906, S. 953; Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im preuß. Staate, Bd. 54, 1906, S. 352; Guttman, Handbuch der Sprengarbeit, 2. Aufl., 1906, S. 18. — [4] Effener „Glückauf“ 1895, S. 231. Treptow.

**Heringsgrätenwerk** (Fischgrätenverband), f. Aehrenverband, Bd. 1, S. 79.

**Heriffons**, f. Seidenspinnerei und Wergspinnerei.

Lueger, Lexikon der gesamten Technik. 2. Aufl. V.

**Herme** (Hermenfäule). Da der griechische Hermes Gott der Herden und des Eigentumes war, setzten ihm die Hirten an den Grenzen Marksteine, anfangs ungestaltet, später viereckig gebildet und mit angearbeitetem Kopf versehen (Hermen).

Diese Hermen waren Grenzpfähle, Wegweiser, auch wohl mit frommen Sittensprüchen verziert. Als architektonisches Bauglied scheinen die Hermen weder in Griechenland noch in Rom Verwendung gefunden zu haben; erst die Renaissance verstand es, die Hermen im architektonisch-ornamentalen Sinne umzugestalten. Es sind männliche oder weibliche Gestalten, die zunächst auf dem Kopf einen kapitalartigen Aufsatz tragen; dabei ist aber bloß der Oberleib menschlich, während der Unterteil durch Vermittlung eines Tuches in ein sich nach unten verjüngendes Prisma samt Fuß übergeht. Fig. 1 stellt eine Herme in Stein, Fig. 2 eine solche in Holz dar.

**Heronball**, ein teilweise mit Wasser gefülltes, luftdicht schließendes Gefäß, in welches von außen durch den Luftraum hindurch bis nahe zum Boden ein Rohr geführt wird. Wird die Luft im Gefäß verdichtet oder wird die das Gefäß umgebende Luft (unter der Luftpumpe) verdünnt, so entweicht aus dem Rohr ein Wasserstrahl.

In der Feuerspritze (Ktesibios 150 v. Chr.) wird die Luftverdichtung mittels Druckpumpen bewirkt, welche Wasser in den Heronsball hineinpumpen, dessen Funktion ist, die intermittierenden Stöße der Pumpen in kontinuierlich wirkenden Druck der elastischen Luft umzusetzen. In der Spritzflasche, wie sie in chemischen Laboratorien allgemein im Gebrauch ist, wird durch ein besonderes Rohr Luft in den Luftraum eingeblasen. Bei Springbrunnen, Weinpumpen u. a. dient ein Heronsball als Windkessel zur Erzeugung gleichmäßigen Drucks.

**Heronbrunnen**, die von Heron in Alexandrien erfundene sinnreiche Spielerei, manchmal zur Bildung kleiner Springbrunnen für Blumentische benutzt, bei welcher einem Heronsball (f. d.), der als oberes Gefäß dient, die Druckluft aus einem unteren Gefäß zugeführt wird.

Das von dem Becken des Springbrunnens abfließende Wasser fließt durch ein senkrecht abfließrohr ins untere Gefäß, von wo die nach oben gedrängte Luft den Druck der über dem unteren Niveau stehenden Wasserfäule auf das obere Niveau überträgt, so daß die Steighöhe des Springbrunnens der Druckhöhe des Wassers im Abfließrohr über dem Spiegel des unteren Gefäßes entspricht. Die Vorrichtung kann man umkehrbar machen, so daß nach Erschöpfung des Wassers im Heronsball das untere, nahezu volle Gefäß, nach oben gekehrt, nun als Heronsball funktioniert, bis alles Wasser sich wieder unten gesammelt hat; vgl. Frick-Lehmann, *Physikalische Technik*, I, 7. Aufl., Braunschweig 1904, S. 1393.

**Herrenhaus**, f. Rittergut.

**Herreshoff-Kessel**, engrohriger Wasserrohrkessel (f. Schiffskessel).

**Herreshoff-Ofen**, f. Ofen, metallurgische.

**Herrnhuterpapier** (Kleistermarmor), f. Buntpapierfabrikation, Bd. 2, S. 402.

**Herfumerfschichten**, dem oberen Jura (weißen Jura, Malm) in Hannover (Hildesheimer Gegend) angehörige Schichten, die aus oolithischen Kalken und kalkigem Sandstein bestehen. Ueber ihnen folgen die Kalke des Korallenoolith, unter ihnen lagern Tone des oberen braunen Jura.

**Herz**, f. Drehherz.

**Herzblatt**, f. Blattwelle.

**Herzförmige Scheiben**, f. Herzscheiben.

**Herzkurve** (Kardioiden), f. Kurven (zyklische).

**Herzogs Verfahren** zur Berechnung der Fachwerkstreben.

Damit in der dritten Strebe des Fachwerkträgers  $AB$  (Fig. 1) die größte Spannung auftritt, muß die — gleichförmig verteilt gedachte — zufällige Belastung von  $B$  aus bis zu einem Punkte  $E$  reichen, der sich ergibt, wenn man die Richtung des oberen Gurtstabes bis  $A''$  und  $B''$  verlängert und  $A''$  mit  $A'$ ,  $B''$  mit  $B'$  verbindet; vgl. Belastungsgrenze.

Wenn in  $E$  eine einzelne Last aufgehängt wird, so ruft sie in der dritten Strebe weder Zug noch Druck hervor. Die Last zerlegt sich nämlich vermittelt des Zwischenträgers in zwei Kräfte  $A'$  und  $B'$  und diesen entsprechen zwei Auflagerdrücke  $A$  und  $B$ . Das Viereck  $A''A'B'B''$  kann als das Seilpolygon (f. d.) für diese vier Kräfte angesehen werden. Links vom Schnitt wirken die Kräfte  $A$  und  $A'$ ; ihre Mittelkraft geht nach der Theorie des Seilpolygons durch den Schnittpunkt von  $A''B''$  mit  $A'B'$ . Dieser Schnittpunkt ist aber nichts anderes als der Drehpunkt (f. d.) der betreffenden Strebe. Die Strebenkraft wird somit gleich Null; oder, was dasselbe bedeutet, die Wirkungen von  $A$  und  $A'$  heben sich für eine in  $E$  liegende Last auf.

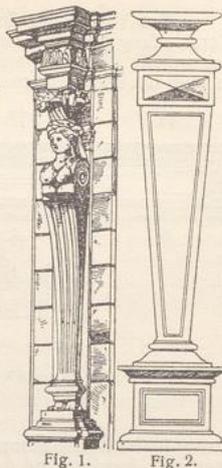


Fig. 1.

Fig. 2.

Aug. Schmidt.

Aug. Schmidt.

Leppia.

Wir trennen nun die auf dem Träger ruhende verteilte Last in zwei Teile von der Größe  $pb'$  und  $pb_1$ , zerlegen  $pb'$  in zwei Einzelkräfte, die in  $E$  und  $B'$  wirken, und ebenso  $pb_1$  in zwei Kräfte, die in  $B'$  und  $B$  wirken (vgl. Fig. 1, oben). Vereinigen wir die beiden in  $B'$  liegenden Kräfte, so gelangen wir auf drei Einzelkräfte von der Größe  $\frac{1}{2}pb'$ ,  $\frac{1}{2}pb$  und  $\frac{1}{2}pb_1$ , die zusammen dieselbe Wirkung auf die Strebe ausüben wie die ursprüngliche Belastung. Von diesen drei Kräften fallen aber die erste und die dritte außer Betracht, die erste, weil sie im Grenzpunkte angreift, die dritte, weil sie im Auflager liegt. Die gefuchte Strebenkraft tritt daher auch dann auf, wenn man die Einzelkraft  $\frac{1}{2}pb$  im Punkte  $P'$  angreifen läßt. Der Auflagerdruck  $A$  ergibt sich in diesem Falle nach dem Hebelgesetze gleich  $pb \cdot b_1 : 2l$ . Zerlegt man  $A$  in die drei vom Schnitte getroffenen Stabrichtungen  $O, S$  und  $U$ , so bekommt man die gefuchte Strebenkraft  $S$ . Nun bleibt der Auflagerdruck  $A$  unverändert, wenn man, anstatt  $\frac{1}{2}pb$  in  $B'$  aufzulegen,  $\frac{1}{2}pb_1$  in  $E$  auflegt. Nach früher ist in diesem Falle die Wirkung, die  $A$  auf die Strebe ausübt, gleich groß und entgegengesetzt wie die Wirkung der Kraft  $A'$ , die man erhält, wenn man  $\frac{1}{2}pb_1$  in  $A'$  und  $B'$  zerlegt. Daraus folgt: Um die Größe der gefuchten Strebenkraft  $S$  zu erhalten, zerlegt man die in  $E$  liegende Last  $\frac{1}{2}pb_1$  in die Komponenten  $A'$  und  $B'$  und hierauf  $A'$  in die Komponenten  $O, S$  und  $U$ . Bei dieser Zerlegung wird jedoch  $U=0$ , weil  $A'$  durch den Schnittpunkt von  $O$  und  $S$  geht. Die Lösung gestaltet sich infolgedessen einfacher: Man ersetzt die Kraft  $A'$  durch die Last  $E$  und die (dann nach oben gerichtete) Komponente in  $B'$ , so daß die vier Kräfte  $O, S, E, B'$  am linken abgetrennten Fachwerkteil ins Gleichgewicht gesetzt werden können. Es muß dann die Resultierende von  $S$  und  $E$  durch den Schnittpunkt  $G$  der beiden andern Kräfte hindurchgehen, also in die Richtung von  $FG$  fallen, und man hat zur Ermittlung von  $S$  die Kraft  $\frac{1}{2}pb_1$  nur nach den Richtungen von  $FB'$  und  $FG$  zu zerlegen.

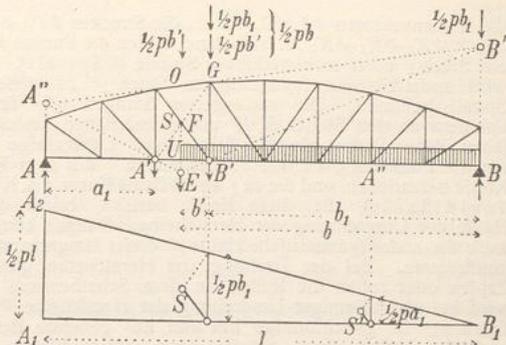


Fig. 1.

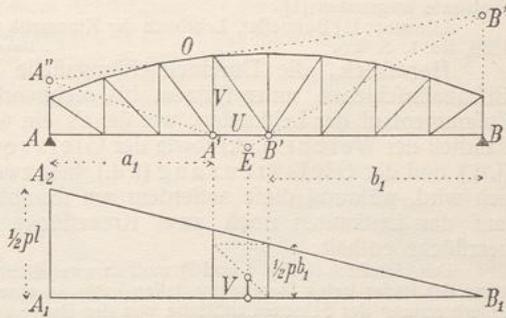


Fig. 2.

Die Größe  $\frac{1}{2}pb_1$  wird dadurch erhalten, daß man (Fig. 1, unten) lotrecht unter  $A$  die Kraft  $A_1 A_2 = \frac{1}{2}pl$  aufträgt und deren Endpunkt mit dem Punkte  $B_1$  verbindet. Eine weitere Erklärung der Figur dürfte überflüssig sein. Soll die kleinste in der Strebe auftretende Kraft ( $S$ ) bestimmt werden, so vertauscht man (Fig. 1)  $G$  mit  $A'$  und  $b_1$  mit  $a_1$ , d. h. man zerlegt die Kraft  $\frac{1}{2}pa_1$  parallel zu  $FB'$  und  $FA'$ .

Handelt es sich um die Ermittlung der größten in einem Pfosten auftretenden Kraft  $V$ , so gelten die nämlichen Erwägungen; nur wird in diesem Falle auch die Kraft  $O=0$ , so daß  $A'$  sofort die gefuchte Pfostenkraft darstellt. Um sie zu erhalten, verschiebt man (Fig. 2) die Kraft  $\frac{1}{2}pb_1$  um eine Feldlänge nach links, zieht in dem hierbei entstehenden Rechtecke die Diagonale und lotet den Grenzpunkt  $E$  herunter. Soll die kleinste im Pfosten auftretende Kraft bestimmt werden, so legt man die Last  $\frac{1}{2}pa_1$  in  $E$  auf, zerlegt sie in  $A'$  und  $B'$  und hierauf  $B'$  in  $O, V$  und  $U$ . Eine Vereinfachung ist hier nicht möglich.

Das Herzog'sche Verfahren eignet sich vorzüglich zur graphischen Berechnung der Strebenkräfte für gleichförmig verteilte zufällige Belastung und bildet zusammen mit dem Cremona'schen Verfahren den kürzesten Weg zur vollständigen Berechnung eines Fachwerks; vgl. Halbparabelträger.

Literatur: Herzog, A., Schweizer. Bauztg., Bd. 15, S. 46; Ritter, W., Anwendungen der graph. Statik, 2. Teil, Zürich 1890. Mörsch.

**Herzscheiben** (herzförmige Scheiben), herzförmig gestaltete Scheiben, durch deren gleichförmige Umdrehung um eine feste Achse eine gleichförmige, geradlinige, hin und her gehende Bewegung eines Gliedes bewirkt wird.

Soll z. B. (s. die Figur) ein Glied  $\eta\eta'$ , das aus einem Rahmen und zwei an demselben befindlichen Stangen  $\eta, \eta'$  besteht, die bezw. in den festen Hüllen  $H, H'$  gleiten, vermittelt einer um die feste Achse  $\phi$  gleichförmig rotierenden Herzscheibe  $\phi\phi\phi$  in eine gleichförmige, hin und her gehende Bewegung versetzt werden, so daß die Bewegungstrecke gleich  $K_0 K_8$  ist, dann können wir die Umgrenzung der Herzscheibe in folgender Weise konstruieren: Wir teilen die Strecke  $K_0 K_8$  in eine Anzahl (etwa acht) gleiche Teile  $K_0 K_1, K_1 K_2, K_2 K_3 \dots$  ferner auch die Hälfte  $0 k_8$  eines um  $\phi$  beschriebenen Kreises  $k$  in acht gleiche Teile  $0 1, 1 2, 2 3 \dots$  und tragen auf

die Radienvektoren  $\phi_1, \phi_2, \phi_3 \dots$  die Strecken  $\phi\Gamma_1, \phi\Gamma_2, \phi\Gamma_3 \dots$  bzw. gleich  $\phi K_1, \phi K_2, \phi K_3 \dots$  auf, dann bilden die Punkte  $K_0, I_1, I_2, I_3, \dots, I_8$  ein Stück  $\gamma$  einer archimedischen Spirale (f. Spirale). In gleicher Weise wird andererseits ein symmetrisches Stück  $\gamma'$  zu dieser archimedischen Spirale bestimmt. Die verlängerten Stangen  $\eta, \eta'$  sind innerhalb des Rahmens an den Stellen  $K, K'$  mit zylindrischen Zapfen oder Rollen versehen, deren Radius gleich  $r$  sein möge. Demzufolge werden um die Punkte  $K_0, I_1, I_2, \dots$  der Kurve  $\gamma$  mit dem Radius  $r$  Kreise beschrieben, und die zu  $\gamma$  äquidistante Kurve  $f$  (f. Kurven, äquidistante), die diese Kreise berührt, bildet die eine Hälfte der Umgrenzung der Herzscheibe. Danach können wir auch die andre symmetrische Hälfte  $f'$  dieser Umgrenzung leicht konstruieren. Bei der Drehung der Herzscheibe gleiten die Zapfen oder rollen die Rollen an dem Scheibenrand und es wird bei gleichförmiger Umdrehung der Herzscheibe  $\phi ff'$  das Glied  $\eta, \eta'$  in gleichförmige hin und her gehende Bewegung versetzt. Anstatt durch Stücke einer archimedischen Spirale kann man die Herzscheibe auch durch Stücke einer Kreis-evolvente umgrenzen [1].

Literatur: [1] Burmeister, Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 365. *Burmeister.*

**Herzstück**, die Durchschneidungsstelle zweier Eisenbahnschienen unter spitzem bis rechtwinkligem Zusammenlauf der Leitkanten, wie sie als ein wesentlicher Bestandteil der Weiche (f. d.) sowie der Gleisverfchlungung (f. d.) und der Gleiskreuzung (f. d.), hier zweimal, erforderlich wird, während diese außerdem am stumpfen Zusammenlauf der Leitkanten noch zwei Kreuzstücke oder Doppelherzstücke enthält.

Das Herzstück (f. Fig. 1 und 2) muß in zwei Richtungen dem Spurkranz der Räder freien Durchgang lassen, also je eine Spurrinne, d. h. Unterbrechung der Schienenlauffläche von der Breite  $\epsilon$  (rechtwinklig gemessen 44–49 mm, in England 41 mm) enthalten, deren Ueber-

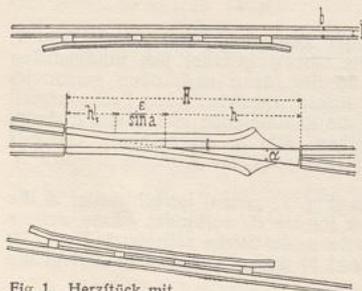
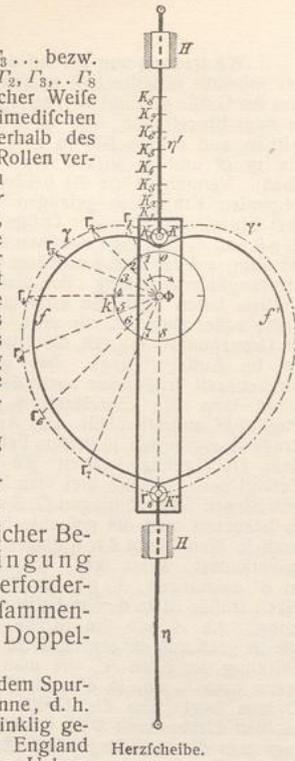


Fig. 1. Herzstück mit Kranzschienen.

Das Herzstück (f. Fig. 1 und 2) muß in zwei Richtungen dem Spurkranz der Räder freien Durchgang lassen, also je eine Spurrinne, d. h. Unterbrechung der Schienenlauffläche von der Breite  $\epsilon$  (rechtwinklig gemessen 44–49 mm, in England 41 mm) enthalten, deren Ueber-

schreitung in der schrägen Richtung (Winkel  $\alpha$ ) eine Unterbrechung der Leitkante von erheblicher Länge darstellt, z. B. bei den üblichen Weichenwinkeln von 1:9 und 1:10 den neunfachen bzw. zehnfachen Betrag der Rinnenbreite ( $\epsilon : \sin \alpha$ ) ausmacht. Hier muß nun, um den Uebergang der Räder trotzdem möglichst stoßfrei zu bewirken, Ersatz geschaffen werden für die unterbrochene Unterstützung und Führung des Rades. Die Unterstützung wird ersetzt durch das Anruhen des Radreifens mit seiner überschüssigen Breite auf der einen der beiden Flügel- oder Hornschienen (auch Knieschienen genannt), die durch eine Abfchwenkung der unterbrochenen Fahrchienen gebildet werden. Sie fassen die Herzstückspitze zwischen sich, müssen jedoch an beiden Seiten derselben die Spurrinnenbreite begrenzen und schließlich mit einer schlanken Erweiterung eintretenden Spurkränze sicher in die Rinne eingeleitet werden. Wenn das Herzstück, wie früher allgemein und noch viel in Anwendung, als ein

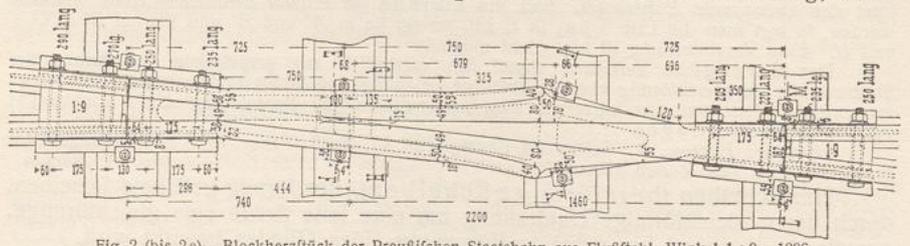


Fig. 2 (bis 2e). Blockherzstück der Preußischen Staatsbahn aus Flußstahl, Winkel 1:9. 1886.

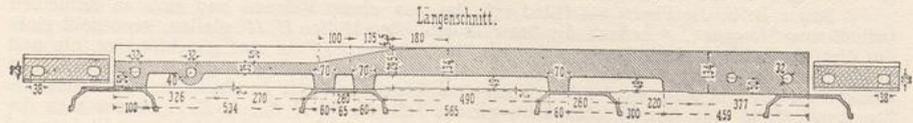


Fig. 2a.

besonders für sich bestehendes Gußstück, fogenanntes „Blockherzstück“ aus Eifenhartguß oder später Stahlformguß gebildet, also tunlichst kurz hergestellt wird, so müssen die Flügelschienen vor ihrem Abschwenkungspunkte, dem fogenannten Knie des Herzstücks, mindestens so lang fein ( $h_1$ ), daß sie mit den anstoßenden Fahrchienen durch die üblichen Lafchen (f. Oberbau) gut verbunden werden können (also  $h_1$  gleich der halben Lafchenlänge). Am andern Ende des Herzstücks muß die Spitze so lang fein, daß sie die nötige Breite und Länge zum Anschluß der folgenden Fahrchienen durch dieselbe Lafchenform erreicht.

Hierzu ist, wenn die Fahrchienen nicht bearbeitet werden sollen, eine Breite nötig, welche zwischen den Leitkanten zweimal die halbe Kopfbreite  $k$  und zweimal die halbe Fußbreite  $b$  der Fahrchienen darbietet, d. h. eine Breite  $= k + b$ , beispielsweise  $58 + 105 = 163$  mm. Hieraus ergibt sich der dritte Längenteil des Herzstücks  $h = \frac{k+b}{2 \sin \alpha/2}$  oder bei kleinem Winkel, z. B. bei Weichenwinkeln genau genug,  $\frac{k+b}{\text{tg } \alpha}$ . Die Mindestlänge des gefamten Herzstücks beträgt

demnach  $H = h_1 + \frac{e}{\sin \alpha} + \frac{k+b}{2 \sin \alpha/2}$ , beispielsweise bei dem Weichenwinkel 1:10  $H = 300 + \frac{49}{1/10} + \frac{163}{1/10} = 2420$  mm oder, wenn durch Abschragung der beiden nach innen gekehrten Schienenfüße die Endbreite der Spitze ermäßigt wird (Preußische Staatsbahn um 17 mm) entsprechend (170 mm) weniger. (Bei kleinen Winkeln ist sehr nahe  $\sin \alpha = \text{tg } \alpha$ .)

Der Ersatz der unterbrochenen Führung wird bewirkt durch die gegenüber, neben den andern beiden Schienen, liegenden Zwangschienen oder Radlenker (f. Fig. 1). Da nämlich die beiden Räder einer Achse mit dieser starr verbunden sind, so ist es möglich, durch knappe Führung des gegenüber laufenden Rades an dessen innerer Hinterseite mittels einer gut befestigten, unter Umständen bis 40 mm über die Schienenhöhe

hinaufgeführten Zwangschiene das gegen die Herzstückspitze herankommende Rad mit Sicherheit von dieser abzuziehen, so daß es richtig in die Spurrinne einlaufen muß. Die so gebildete Zwangsrinne wird deshalb so eng als möglich bemessen (41 bis 44 mm). Die Zwangschiene wird am besten in einer hochkantigen

Winkelform gewalzt und durch Schraubbolzen mit eisernen Zwischenklötzen in ihrer Entfernung von der Fahrchiene genau festgelegt. Sie wird bei den üblichen Weichenwinkeln etwa 3,5 m lang genommen und an den Enden so abgebogen, daß die Rille sich allmählich (z. B. bis auf 75 mm) erweitert. — Der mathematische Schnittpunkt der Leitkanten ist der für die Berechnung der Weichen maßgebende Punkt des Herzstücks. Stofflich kommt er nicht zur Erscheinung, weil es nicht angängig ist, die Spitze, wenigstens bei Weichenwinkeln, so scharf auszuführen (f. Fig. 2 u. 2a). Dadurch wird die wirkliche Länge der Unterbrechung noch vergrößert.

Bei großem, nahezu rechtem Winkel werden die Herz- und Kreuzstücke der Gleiskreuzung einander mehr und mehr gleich und erreichen die Gleichheit bei rechtem Winkel. Alsdann werden die Flügelschienen zugleich zu Zwangschienen für das benachbarte Kreuzstück. Die (in Fig. 1 zum Art. Gleiskreuzungen angegebenen) Zwangschienen des Kreuzstücks treten dann an allen vier Ecken auf, nunmehr ebenfalls mit rechten (oder nahezu rechten) Winkeln. Dabei ist jedoch ein Ersatz der Führung nicht mehr möglich, weil die beiden Lücken sich nun gegenüber liegen, also von den beiden Rädern einer Achse zugleich überschritten werden. Dagegen ist diese Unterbrechung dann aber sehr kurz, eben nur die rechtwinklige Breite der Spurrinne. Sie kann also leichter durch die lebendige Kraft der Bewegung ohne Richtungsänderung überwunden werden. Dagegen ist auch bei rechtwinkligen Kreuzungen Ersatz der Unterstützung des Rades unentbehrlich und hier dadurch zu schaffen, daß man am Grunde der Rinne dem Spurranz einen allmählichen Anlauf und Wiederablauf bietet, der das Rad über die Lücke hinwegträgt. Immerhin sind solche Anordnungen nicht erwünscht und werden deshalb in Hauptgleisen vermieden, sind aber in Nebengleisen bei Anwendung von Drehscheiben oder Schiebepöhlen nicht ganz zu entbehren.

Die Bauart der einfachen und Doppelherzstücke. Man unterscheidet „Blockherzstücke“ (f. oben) (Fig. 2 und 3), die in einem Stück gegossen werden, und „Schienenherzstücke“ (Fig. 4 und 5), die aus den regelmäßigen Fahrchienen hergestellt, in Deutschland jedoch (im Gegensatz zu England) bisher meist noch mit einer besonders eingelegten Stahlspitze ver-

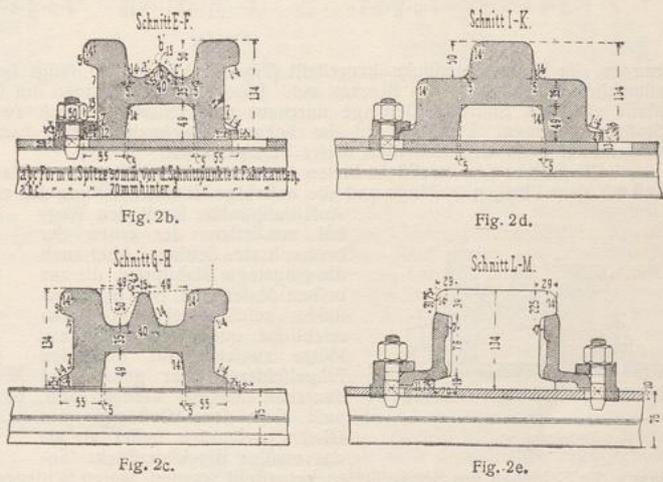


Fig. 2b.

Fig. 2d.

Fig. 2c.

Fig. 2e.





**Heffsche Fläche**, f. Flächentheorie.

**Heffsche Kurve**, der Ort der Punkte, deren  $(n-2)$ te Polaren Doppelpunkte besitzen, und zugleich der Ort der Doppelpunkte in ersten Polaren.

Die Heffsche Kurve der Kurve  $n$ -ter Ordnung  $f(x, y, z) = 0$  (Grundkurve), wo  $z$  homogenisierende Veränderliche ist, hat die Gleichung:

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial z} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial z} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial z} & \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial z} & \frac{\partial^2 f}{\partial z^2} \end{vmatrix} = 0.$$

Sie ist von der  $3(n-2)$ ten Ordnung und hat im allgemeinen weder Doppel- noch Rückkehrpunkte. Sie geht durch die Wendepunkte der Grundkurve und besitzt in einem Doppelpunkt derselben ebenfalls

einen solchen mit denselben Tangenten, in einem Rückkehrpunkt der Grundkurve ebenfalls einen solchen mit derselben Tangente und noch einen durchgehenden Zweig.

Literatur: [1] Clebsch, A., Vorlesungen über Geometrie, herausg. von Lindemann, Leipzig 1876, Bd. 1, S. 312 ff. — [2] Salmon, G., Analytische Geometrie der höheren ebenen Kurven, deutsch von W. Fiedler, 2. Aufl., Leipzig 1882, S. 71 ff. *Wölffling.*

**Heffians**, f. v. w. Juteleinen, f. Weberei.

**Heffit**, f. v. w. Tellurfilber (f. d.).

**Heffonit**, f. Granat.

**Heterogene Körper**, im Gegensatz zu homogenen Körpern, f. Elastizität.

**Heteromorphit** (Jamefonit, Plumofit, Zundererz), mineralische Schwefel-Antimon-Bleiverbindung  $Sb_2S_3 + 2PbS$  (50,61%  $Pb$ , 29,83%  $Sb$ , 19,56%  $S$ ).

Kristallisiert rhombisch in Prismen, meist derb, stänglich oder faserig; dunkelgrau, zuweilen bunt angelauten. Bruch feinkörnig; mild; wenig glänzend; Härte 2—2½; spez. Gew. 5,68—5,72. Erhitzt und geschmolzen gibt er Antimondämpfe ab und kann ganz verflüchtigt werden unter Entwicklung von schwefliger Säure. In heißer Salzsäure wird er zerlegt unter Bildung von Chlorblei. Wird zur Gewinnung von Blei und Antimon benutzt. *Leppla.*

**Heterotrop**, f. v. w. anisotrop, in verschiedenen Richtungen verschieden beschaffen, vgl. Licht.

**Heterotrope Körper** (anisotrope Körper), im Gegensatz zu isotropen Körpern, f. Elastizität.

**Heu**, der Sammelbegriff für die unter dem Einfluß der Luft und der Sonnenwärme getrockneten, sehr verschiedenartig zusammengesetzten Futtermassen. Sie können herrühren von Wiesen oder Ackerfütterfeldern und werden dementsprechend Wiesenheu oder Kleeheu, Luzerneheu, Esparfetteheu u. f. w. genannt. 100 kg Grünfütter geben 30—40 kg Heu.

In feuchtem Gebiet trocknet man die Futtermassen auf besonderen Gerüsten (Pyramiden, Heizen). An sonnigen Bergwiesen, wo die Pflanzen zwar nicht hoch wachsen, aber einen um so dichteren Rasen bilden und die Gräser mit nährkräftigen und aromatischen Kräutern vermischt sind, wird das beste Wiesenheu gewonnen (Alpenheu). Geringes und wenig nährkräftiges Heu erhält man von sauren Wiesen, wo Carexarten und Juncaceen vorherrschen. Gut eingebrachtes und richtig behandeltes Heu von Rotklee, Luzerne und Esparfette ist, sofern die Pflanzen im richtigen Vegetationsstadium, d. h. vor oder während der Blüte, geerntet werden, proteinreicher und nährkräftiger als Wiesenheu. An Gedeihlichkeit steht das Kleeheu dem Wiesenheu nach, weshalb man namentlich für junge Tiere dem letzteren den Vorzug gibt. Das Heu verliert bei 9—12monatiger Aufbewahrung in Scheunen oder Mieten 5—8% an Gewicht und 15—20% an Volumen. Zum bequemen Transport des Heues dienen die Heupressen (f. Presse). In einem offenen Eisenbahnwagen mit einer Bodenfläche von 16 qm können 245 Ballen mit einem Gewichte von 160 dz und 40 cbm Inhalt verladen werden. 1 cbm Preßheu wiegt 400—420 kg.

**Heuaufzug**, Einrichtung zum mechanischen Abladen von Heu und Getreide vom Erntewagen in das Fach der Scheune.

Unter dem Dachfirst ist eine Laufkatze angebracht, durch die das mit der Heuharpune (f. d.) oder mittels anderer Einrichtungen (z. B. Stricken, die das Fuder unterfassen) gefaßte Gut angehoben und an der vorher bestimmten Stelle abgeworfen wird. Derartige Einrichtungen, die in Amerika allgemein verbreitet sind, werden in Deutschland u. a. von Karl Böhmer, Alzey (Rheinheffen), und Freih. v. Bechtolsheim, München, gebaut. *Wrobel.*

**Heublumen**, ein Gemenge ausgefallener Samen, Blütenteile, Fruchtspelze und sonstiger Ueberreste von Heu, das längere oder kürzere Zeit auf Heuböden, in Schuppen oder auf Feimen gelagert war. Sie werden häufig zur Anblümung von Böschungen, Wiesen u. f. w. verwendet, obgleich man Gefahr läuft, auch wertlose Sämereien oder fogar Unkrautsamen jeder Art auszustreuen.

**Heuböden**, Räume zur Aufbewahrung des Rauchfütters für das Vieh, werden meist über den Ställen als Drempegelgeschosse, bei steilen Dächern auch nur im Dachraum angelegt.

Der Winterbedarf beträgt für ein Haupt Rindvieh 19—23, für ein Pferd 25—30, für ein Schaf 1,4—1,5 cbm Heu. Der Heuboden muß mit dem Stall oder einem Nebenraum (Fütter-

kammer) des Stalles durch einen Heufchlot von 1 m im Geviert Weite zum Herabwerfen des Heues in Verbindung stehen. Der Schlot ist mit Steigeisen befahrbar zu machen, unten und oben mit gutschließenden Türen zu versehen, über Dach zu entlüften. Statt des Schlotes wird zuweilen eine bequemere Treppe bevorzugt, die in besonderem Raum anzulegen ist, so daß die Stalldünste den Heuboden nicht erreichen können. Zu gleichem Zwecke ist die Stalldecke unter dem Heuboden dundicht herzustellen. Im übrigen sollen Heuböden luftig, nach ähnlichen Grundfätzen wie Scheunen gebaut werden. In neuerer Zeit hat man zur Ersparung an Baukosten, Verminderung der Feuersgefahr und Erleichterung der Arbeit in der Ernte Ställe ohne Heuböden und besondere Futterfcheunen daneben gebaut (f. Rindviehställe und Schaffställe).

Literatur: Tiedemann, L. v., Das landwirtschaftl. Bauwesen, Halle a. S. 1898.

**Heufahrten**, f. v. w. Heuabfuhrwege.

v. Tiedemann.

**Heuharpune**, ein besonders in Amerika zum mechanischen Abladen von Heufudern benutzter Apparat.

Sie besteht (f. die Figur) aus einer zugespitzten starken Röhre, die eine Stange birgt, die zwei Widerhaken *a* aus Schlitzern drückt bzw. in sie zurückzieht. Stößt man die Heuharpune in das Heu bis zu den Griffen *b* ein, so treten die Widerhaken heraus und beim Aufheben bleiben ca. 150 kg Heu hängen, die auf Schienen oder Seil zur Entladestelle transportiert werden können. Zum Entleeren braucht man nur an Seil *c* und damit an einem Hebel zu ziehen, worauf die Haken ins Innere treten und das Heu abfällt.

Ueber andre Formen von Heuharpunen f. Perels Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876; über zweckmäßigste Einrichtung des ganzen Apparates je nach Räumlichkeit f. Perels Handbuch des landwirtschaftlichen Maschinenwesens, Jena 1880, 2. Aufl., Bd. 2, S. 173.

Wrobel.

**Heukorb**, österreichische Bezeichnung für Raufe.

**Heulademaschine** dient zum Sammeln und gleichzeitigen Aufladen des Heus auf den Erntewagen.

Mit einem Heurechen ist ein Elevator derart kombiniert, daß das zusammengekehrte Heu gleich auf den Wagen befördert wird. Man leistet mit der Heulademaschine etwa das Doppelte wie bei gewöhnlichem Aufladen. Trotzdem dürfte der Vorteil der Heulademaschine wegen der kurzen jährlichen Gebrauchszeit nicht in den geringeren Kosten, sondern darin zu suchen sein, daß man bei zweifelhaftem Wetter rascher laden und einfahren kann. Solche Maschinen werden z. B. von den amerikanischen Firmen Walter A. Wood und Osborne gebaut und durch deren Berliner Filialen bei uns eingeführt.

Wrobel.

**Heulbojen**, f. Bojen, Bd. 2, S. 229.

**Heupresse**, f. Presse.

**Heurechen**, Vorrichtung zum reinen Auffammeln von Heu und Grummet auf Wiesen sowie von Getreidehalmen auf dem Ackerfeld, in starker Ausführung auch zum Zusammenschleppen von Dürrfutter.

An Stelle des hölzernen Handrechen, wie er im Kleinbetrieb üblich ist, tritt in mittleren und größeren Betrieben der mit Entleerungsvorrichtung versehene Pferderechen, mit dem ein Mann und ein Pferd so viel leisten als 12–15 Arbeiter mit dem Handrechen. Die Pferderechen tragen auf einer durchgehenden Achse, die zugleich zur Befestigung der Zähne dient, zwei Fahrräder; für die Anspannung dient eine eventuell nach der Größe und Breite des Zugtieres einstellbare Scherendachsel. Zum Auffammeln der Halme dient ein System von Zähnen aus federndem Rund- oder Profilstahl. Wichtig ist die Biegung der Zähne; stehen sie steil zur Bodenoberfläche, so entleert sich wohl der Rechen leicht, aber die Zähne erhalten einen unruhigen, spritzenden Gang und arbeiten nicht rein; sind sie gegen die Spitze hin zu sehr gebogen, so wird beim Entleeren das Material allmählich und verzogen abgegeben. Bei der Arbeit müssen die Zähne in die richtige Höhenlage über dem Boden gebracht werden; ferner sollen die Zähne beim Entleeren hoch genug gehoben werden. Wird z. B. (f. Fig. 1) durch den betreffenden Hebel der Zahn *BC* durch die Querstange *D* um den Punkt *B* gedreht und auf *D*<sub>1</sub> gehoben, so stellt sich die Spitze *C*<sub>1</sub> nicht genügend senkrecht ein; wird er aber um den Punkt *D* gedreht, so daß *B* den Kreisbogen bis *A* beschreift, so stellt sich der Zahn mit dem Ende *C*<sub>2</sub> für rasche Entleerung günstiger. Bei unebenem Boden ist es nicht zu vermeiden, daß die Zähne z. B. an Maulwurfshügeln u. f. w. hängen bleiben. Dann muß der Zahn stark genug sein, um den Widerstand zu überwinden, oder er muß genügend federn können, um sich zurückzubiegen, über das Hindernis hinwegzugehen und dann seine alte Lage wieder einzunehmen. Statt in sich federnder Zähne findet man auch solche, die durch kleine Spiralfedern in ihrer Lage gehalten werden. Die Vorrichtungen zum Entleeren des in dem Zahnsystem sich ansammelnden Materials bestehen bei den mit Kutscherfitz versehenen Heurechen in einem Hand- oder Fußhebel, durch den die Zähne gleich hoch gehoben werden, oder es befinden sich von den inneren Nabenseiten der Räder Zahnradsegmente, die, sobald durch einen Fußhebel eine Sperrklinke eingerückt wird, eine Achsendrehung und damit ein Heben der Zähne bewirken. Nach Lösen der Sperre fällt der Rechenkorb durch fein

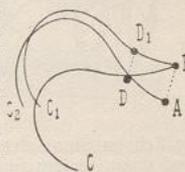
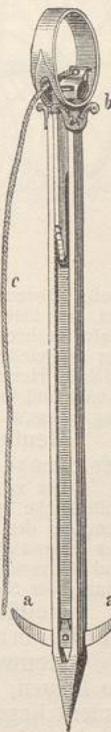


Fig. 1.

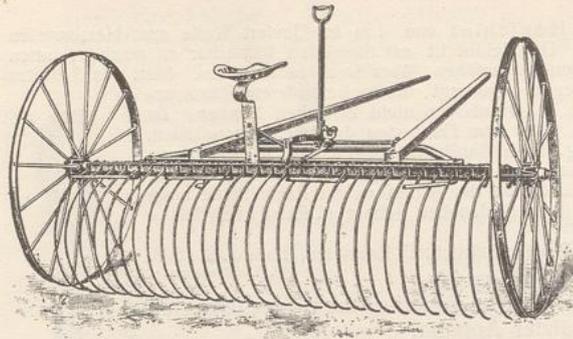


Fig. 2.

muß, während die weitere Bewegung durch den Pferdezug oder das Kutschergewicht erfolgt. Bei den kleineren Heurechen ohne Kutschersitz wird das Entleeren durch einen hinter der Maschine hergehenden Arbeiter bewirkt, wobei das Ausheben auch durch eine Hebelbewegung nur eingeleitet werden kann, während das eigentliche Ausheben durch den Zug der Tiere erfolgt. Heurechen werden von fast allen Fabriken landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte gebaut und kosten je nach Größe und Ausführung etwa 46—220 *M.* Die Leistung beträgt pro Tag bei gewöhnlichen Heurechen 6—8 ha.

**Heuschleife** dient dazu, größere Heuhaufen zusammenzubringen, als es der Heurechen (i. d.) gestattet.

Die einfachste Heuschleife ist eine Leiter, an deren Enden etwa rechtwinklig kürzere Leiterstücke befestigt sind. Zieht man dies Gerät über die Wiese, so sammelt sich das Heu in dem von den Leitern gebildeten Hohlraum. Bei andern Heuschleifen sind an der Unterkante des leiterartigen Gerüsts nach vorn ragende wagrechte Zinken befestigt, die das Heu unterfahren und so verhüten, daß dasselbe auf dem Boden selbst weitergeschleift wird. Die Heuschleife kann jeder Stellmacher anfertigen.

**Heufinger von Waldegg-Steuerung**, s. Kuliffensteuerungen und Schiffsmaschinen.

**Heuwender** hat die Aufgabe, in Schwaden gemähtes Gras gleichmäßig zu streuen, nach erfolgter oberflächlicher Trocknung so zu wenden, daß das zu unterst liegende Gras rein aufgenommen und lose liegend nach oben gebracht wird, und halbtrockenes Heu in schonender Weise aufzulockern.

Diese Arbeiten werden geleistet durch mit Zähnen versehene rotierende Trommeln (Trommelheuwender) oder durch in Schwingbewegung versetzte Gabeln (Gabelheuwender). Bei der ersteren Konstruktion (Fig. 1) tragen die beiden von den Fahrrädern aus angetriebenen Trommeln fünf Rechen, die durch Federn in ihrer radialen Stellung erhalten werden, bei Hindernissen jedoch momentan nachgeben können. Gewöhnlich sind die Trommelheuwender doppelt wirkende Maschinen, d. h. die Drehrichtung der Trommel kann so umgeschaltet werden, daß die Rechen entweder entgegengesetzt der Drehrichtung der Fahrräder umlaufen und dabei das Gras nach vorwärts mit herumnehmen, durchlüften und hinten gewendet abwerfen oder streuen, oder daß

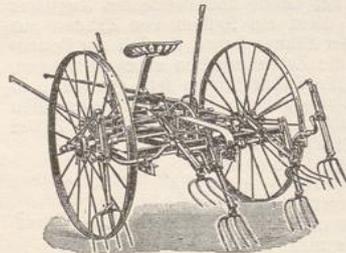


Fig. 2.

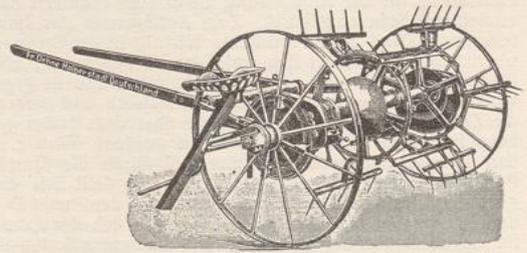


Fig. 1.

sie sich im Sinne der Fahrräder drehen, wobei sie das Heu zunächst auf dem Boden festdrücken und dann, indem sie es etwas anheben, umwenden. Die Geschwindigkeit der Drehbewegung ist im ersteren Falle etwa das Vier- bis Fünffache, im letzteren zirka das Dreifache der Fahrgeschwindigkeit. Bei Trommelheuwendern mit kleinem Durchmesser der Trommel erhalten die Rechen außer ihrer hier nur im Sinne der Fahrräder rotierenden noch eine durch Kurvenführungen oder Exzenter bewirkte schwingende Bewegung, um die Rechen während der Drehbewegung stets so zu stellen, daß sie richtig arbeiten können. Die Einrichtung der Gabelheuwender ist aus Fig. 2 ersichtlich. Die Wendevorrichtung besteht hier aus sechs durch Kurbelkröpfungen und Lenker in Schwingungen versetzte Gabeln, welche die Bewegung der Gabeln

Gewicht in die Arbeitslage zurück. Um die hierbei auftretenden Stöße abzuschwächen, verwendet Eckert-Berlin eine selbsttätige Bremse. Ein Nabenbremsband kann dasselbe bewirken. Am einfachsten und dauerhaftesten ist jedoch ein geschickter Handhebel (s. Fig. 2), dessen Handhabung dadurch erleichtert werden kann, daß er in Verbindung mit dem Wagschein des Pferdes gebracht wird oder daß das Gewicht des Kutschers auf den Rechen derart einwirkt, daß der Hebel zum Entleeren des Heurechens nur über den toten Punkt angehoben werden

Wrobel.

Wrobel.

durch Menschen nachahmen, aber die Mängel aller hin und her gehenden Bewegungen aufweisen. Die Gabeln selbst können beim Auftreffen auf Maulwurfshügel u. dergl. entgegen der Wirkung der Federn nachgeben. Um auch bei starkem Winde mit dem Heuwender arbeiten zu können, kann eine leicht abnehmbare Schutzwand vorgesehen werden. Zur Einstellung der Entfernung der Zinken vom Boden liegt die Rechenrehachse hinter der Achse der Fahrräder in einem Rahmen, der um die Radachse gehoben oder gesenkt werden kann. Die Arbeitsbreite ist 1,5–2 m, die Leistung pro Tag 6–8 ha; es ersetzt die mit einem Pferd bespannte und von einer Person bediente Heuwendemaschine 12–20 Arbeiter. Die mittlere Zugkraft pro Meter Arbeitsbreite darf man mit 25–35 kg annehmen, je nach Material, Konstruktion und Arbeitsweise; die Preise betragen 200–300 M. Bezugsquellen: F. Dehne, Halberstadt; F. Zimmermann & Co., Halle a. S.; Chr. Very, Zweibrücken; Groß & Co., Leipzig; Vereinigte Fabriken landw. Maschinen von Epple & Buxbaum, Augsburg; Erzgebirgische Maschinenfabrik Baumann, Schlettau.

Literatur: Jahrbuch der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1893, S. 310. *Wrobel.*

**Hewitt-Lampe** (Queckfilberdampflampe), f. Bogenlampe, Bd. 2, S. 173.

**Hexaeder** (Würfel), f. Polyeder.

**Heyland'sches Diagramm**, f. Wechselstrom.

**Hg**, in der Chemie Zeichen für Queckfilber.

**Hickory**, f. Nutzhölzer und Schiffbauhölzer.

**Hiddenit**, f. v. w. Spodumen, f. Augit.

**Hieb**, f. Feilen, Feilenfabrikation.

**Hiebseite**. 1. f. Feilen; 2. untere Seite des Dachschiefers, die beim Zurichten mehr oder weniger splittet; die hierdurch entstandene Abschrägung heißt der Hieb. *Weinbrenner.*

**Hiel**, f. Bemaßung.

**Hierlatzer Schichten**, in den Nordalpen die der Liasformation angehörigen, weiß und rot geflammt, auch wohl grauen (Salzburg), dickbankigen, marmorartigen, dichten Kalksteine. Häufig sind aus roten und weißen Trümmern bestehende Breccien mit den Kalken vergesellschaftet. Manche Lagen sind als Krinoidenkalke ausgebildet. Die technische Verwendung der als Marmor zu benutzenden Lagen ist noch unbedeutend. *Leppla.*

**Hilfsbahn**, f. Arbeitsgleise.

**Hilfsbau**, f. Grubenzimmerung, Bd. 4, S. 652.

**Hilfskassen**, vorwiegend auf Gegenseitigkeit beruhende und hauptsächlich auf Benutzung durch die Angehörigen der minderbemittelten Kreise, namentlich der Arbeiter, berechnete Anstalten, die gegen Entrichtung von Beiträgen ihren Mitgliedern Unterstützung im Fall der Krankheit, der Invalidität, des Todes, der Arbeitslosigkeit u. dergl. gewähren. Im weiteren Sinne sind auch die mit gesetzlichem Versicherungszwang ausgestatteten deutschen Krankenkassen (f. Krankenversicherung) Hilfskassen; im engeren Sinne versteht man dagegen unter Hilfskassen nur auf freier Vereinbarung beruhende Kassen, und zwar im besonderen die freien (nicht unter die Krankenversicherungs-gesetze fallenden) Krankenkassen. Die freien Hilfskassen treten ergänzend neben die Zwangskassen, insofern namentlich Personen sich bei ihnen versichern können, die dem Versicherungszwang nicht unterworfen sind oder die sich durch gleichzeitige Versicherung bei beiden Kassenarten eine höhere Unterstützung sichern wollen.

In Deutschland war schon in der früheren Gesetzgebung das Hilfskassenwesen dadurch gefördert worden, daß vielfach Gefellen und Lehrlinge bzw. Fabrikarbeiter oder auch Arbeitgeber gezwungen werden konnten, einer Hilfskasse beizutreten. Die Reichsgewerbeordnung vom 21. Juni 1869 hob die durch Ortsstatut oder Anordnung der Verwaltungsbehörde begründete Verpflichtung der selbständigen Gewerbetreibenden, einer Kranken-, Hilfs- oder Sterbekasse beizutreten, auf (§ 140). Ebenso wurde die Verpflichtung, einer bestimmten Hilfskasse beizutreten, für diejenigen Gefellen, Gehilfen, Lehrlinge und Fabrikarbeiter aufgehoben, welche nachwiesen, daß sie einer andern derartigen Kasse angehören (§ 141). Im übrigen wurde an den bestehenden Verhältnissen nichts geändert. Das Gesetz über die eingeschriebenen Hilfskassen vom 7. April 1876 (Reichs-Gesetzblatt S. 125) leitete eine einheitliche Regelung des Kranken- und Hilfskassenwesens für das Reich ein. Durch das Gesetz vom 8. April 1876, betr. die Abänderung des Titels VIII der Gewerbeordnung (Reichs-Gesetzblatt S. 134), wurde der § 141 der Gewerbeordnung aufgehoben. Die infolge dieses Gesetzes an die Stelle desfelben getretenen §§ 141–141 f der Gewerbeordnung, welche die Bildung von Hilfskassen nach Maßgabe des Gesetzes vom 7. April 1876 durch Ortsstatut mit Beitrittszwang und Beiziehung der Arbeitgeber unter bestimmten Voraussetzungen zuließen, wurden ihrerseits wiederum durch § 87 des die Krankenversicherung der Arbeiter umfassend regelnden Krankenversicherungsgesetzes vom 15. Juni 1883 (Reichs-Gesetzblatt S. 73, f. d.) aufgehoben. Letzteres Gesetz hatte auch eine Revision des Hilfskassengesetzes von 1876 zur Folge. Sie geschah durch das Gesetz vom 1. Juni 1884 (Reichs-Gesetzblatt S. 54). Auch die Krankenversicherungsnovelle vom 10. April 1892 (Reichs-Gesetz-

blatt S. 379) brachte eine Abänderung (Aufhebung des § 4 Abf. 5). Das Hilfskassengesetz enthält allgemeine Normativbestimmungen für solche Hilfskassen, die sich dem Gesetz zwecks Erwerbung der juristischen Persönlichkeit unterwerfen und ihre Zulassung als „eingeschriebene Hilfskassen“ erwirken. Es bezieht sich nur auf solche Kassen, die auf freier Uebereinkunft beruhen und die gegenseitige Unterstützung ihrer Mitglieder für den Fall der Krankheit (eventuell mit Begräbnisfürsorge) bezwecken. Es fallen aber unter das Gesetz nicht nur gewerbliche Hilfskassen, sondern auch sonstige auf dem Grundsatze der Gegenseitigkeit beruhende Krankenkassen, ohne Unterschied in bezug auf die Kreise der Bevölkerung, in denen sie vorwiegend wirken können. Ob eine Kasse sich als eingeschriebene organisieren will, ist ihrem freien Willen überlassen. Die Arbeitgeber leisten keinerlei Beiträge zu diesen Kassen, haben dafür aber auch keine Vertretung im Vorstand oder in der Generalversammlung der Hilfskasse. Nicht berührt werden durch das Hilfskassengesetz die auf Grund landesrechtlicher Vorschriften errichteten, im allgemeinen den Bestimmungen über Vereins- und Versicherungswesen unterliegenden (nichteingeschriebenen) Hilfskassen, doch können dieselben nach dem Hilfskassengesetz durch die Landesregierungen zur Einföhrung der vorgeschriebenen Ueberlichten verpflichtet werden. Auf alle Krankenkassen mit Beitrittszwang findet das Krankenversicherungs-gesetz (s. d.) Anwendung. Von der Verpflichtung, einer nach Maßgabe des letztgenannten Gesetzes errichteten Krankenkasse oder der Gemeindekrankenversicherung anzugehören, sind die Mitglieder der eingeschriebenen Hilfskassen oder solcher auf Grund landesrechtlicher Vorschriften errichteter Hilfskassen, deren Statut von einer Staatsbehörde genehmigt ist und über die Bildung eines Reservefonds bestimmte Vorschriften enthält, dann befreit, wenn die Hilfskasse im Krankheitsfall mindestens die gleichen Leistungen gewährt, welche die Gemeindekrankenversicherung zu gewähren hätte (§ 75 des Krankenversicherungsgesetzes). Auf Antrag wird diesen Kassen eine amtliche, auch für die Aufsichtsbehörden und Gerichte bindende Bescheinigung darüber ausgestellt, daß sie, vorbehaltlich der Höhe des Krankengeldes, den genannten Anforderungen genügen. Den freien Hilfskassen ist es übrigens freigestellt, ob sie die Mindestleistungen gewähren wollen oder nicht. — Von der einheitlichen Regelung, die das private Versicherungswesen in Deutschland nach seiner öffentlich-rechtlichen Seite hin durch das Reichsgesetz vom 12. Mai 1901, betreffend die privaten Versicherungsunternehmungen (Reichs-Gesetzblatt S. 139), erfahren hat, sind nach § 122 dieses Gesetzes unter andern die auf Grund des Gesetzes über die eingeschriebenen Hilfskassen errichteten Kassen sowie die im § 75 Abf. 4 des Krankenversicherungsgesetzes bezeichneten auf Grund landesrechtlicher Vorschriften errichteten Hilfskassen ausgenommen. Die auf dem Gebiet des Hilfskassenwesens gemachten Erfahrungen, insbesondere das Gebaren zahlreicher auf Spekulation berechneter sogenannter Schwindelkassen haben aber die Vorlage eines neuen Gesetzentwurfs über die Hilfskassen an den Reichstag veranlaßt, der das bisherige System der Normativbestimmungen und der beschränkten materiellen Aufsicht verlassen und die eingeschriebenen Hilfskassen unter das Gesetz über die privaten Versicherungsunternehmungen, und zwar insbesondere unter die Bestimmungen desselben über die Versicherungsvereine auf Gegenseitigkeit stellen will. Das Schickal dieses Gesetzentwurfs ist noch nicht entschieden.

Auch in den außerdeutschen Staaten findet sich eine mehr oder minder große Verbreitung und teilweise eine gesetzliche Regelung des Hilfskassenwesens. Besonders zahlreich sind diese Kassen in England, wo sich viele derselben nicht, wie dies in Deutschland die Regel ist, auf einzelne Zweige der Versicherung beschränken, sondern einen ausgedehnteren Wirkungskreis haben.

Literatur: Kehm (Elfter), Artikel „Hilfskassen“ im Wörterbuch der Volkswirtschaft, herausg. von Elfter, Jena 1898, Bd. 1, S. 1065 ff.; Derf., Artikel „Arbeiterversicherung“, ebend., S. 134 ff.; Honigmann, Artikel „Hilfskassen“ im Handwörterbuch der Staatswissenschaften, herausg. von Conrad, Elfter, Lexis und Löning, 2. Aufl., Jena 1900, Bd. 4, S. 1201 ff. (mit weiterer Literatur); Popper, Gewerbliche Hilfskassen und Arbeiterversicherung, Leipzig 1880; Balck, Die eingeschriebenen (freien) Hilfskassen, systematisch dargestellt, Wismar 1886; Schicker, Das Krankenversicherungsgesetz und das Hilfskassengesetz, 2. Aufl., Bd. 1, Stuttgart 1893 (Kommentar); Hoffmann, Krankenversicherungsgesetz und Gesetz über die eingeschriebenen Hilfskassen nebst Ausführungsbestimmungen, 5. Aufl., Berlin 1905 (ebenso); Zeitschrift „Die Arbeiterverforgung“, herausg. von Honigmann-Troschel, Berlin; Zeitschrift für die gesamte Versicherungswissenschaft, herausg. vom Deutschen Verein für Versicherungswissenschaft, Berlin; Jenny, Das englische Hilfskassenwesen in neuester Zeit, eine Studie über die freiwillige Arbeiterversicherung, Bern 1905. Köhler.

#### Hilfskessel an Bord der Schiffe, s. Donkey.

**Hilfsmaschinen für Schiffe**, alle Maschinen, die nicht direkt zum Antrieb des Propellers und demnach zur Fortbewegung des Schiffes erforderlich sind.

Da man stetig mehr dahin strebt, die menschliche Arbeit durch Maschinenkraft zu ersetzen, so ist die Zahl der Hilfsmaschinen an Bord der Schiffe eine stetig wachsende geworden. Als treibende Kraft dient entweder die Dampfmaschine oder neuerdings auch vielfach hydraulische bzw. elektrische Kraftübertragung. Man kann sie nach ihrem Verwendungszweck in folgende Abteilungen gliedern:

I. Hilfsmaschinen für militärische Zwecke: Turmdrehmaschinen, Maschinen für Geschützbedienung, Munitionsaufzüge, Maschinen zum Öffnen und Schließen der Bugtorpedorohrklappen, Luftkompressionsmaschinen für Torpedos.

II. Hilfsmaschinen für feemännische Zwecke: Ankerlichtmaschinen, Dampfwinden, Dampfsteuerapparate, Bootsheißmaschinen, Betriebsmaschine für Dynamos zu elektrischer Beleuchtung.

III. Hilfsmaschinen für maschinelle Zwecke: Umföhrungsmaschine, Maschine

zum Drehen der Schiffsmaschine, Maschine zum Bewegen des Hauptabsperrventils, Zirkulationspumpenmaschine, Dampfpeisepumpe, Ventilationsmaschinen für Heizräume, Dampfachwinden, Luftpumpenmaschine, Verdampfer.

IV. Hilfsmaschinen für hygienische Zwecke: Meerwasserdefillierapparate, Eismaschinen, Ventilationsmaschinen.

V. Hilfsmaschinen für Sicherheitszwecke: Dampffeuerspritzen, Dampflenzpumpen, Ejektoren, Ballastpumpen.

Literatur: [1] Busley, Die Schiffsmaschine, Kiel 1883—86. — [2] Derf., Die neueren Schnelldampfer der Handels- und Kriegsmarine, Kiel 1892. — [3] Guillaume, P., Machines auxiliaires en usage sur les bâtiments de la flotte, Paris 1896. — [4] Hartig, J., Aus der Praxis für die Praxis, Handbuch für Schiffsmaschinisten, Bremerhaven 1898. *T. Schwarz.*

**Hilfspfosten** dient zur Verstärkung des Hauptpfostens, die durch Verschrauben, Verdübeln u. dergl. zu bewirken ist; seinen Platz findet derselbe da, wo der Hauptdruck erfolgt. *Weinbrenner.*

**Hilfschieber** für Schiffsmaschinen bezwecken, zum besseren Angehen der Maschine direkten Dampf entweder nur in den Niederdruckzylinder oder auch in den Hochdruckzylinder zu leiten; dieselben sind erforderlich, da einestheils der Hochdruckschieber zufällig bei ausgelegter Steuerung die Kanäle decken, andernteils der Hochdruckkolben auf dem toten Punkte stehen kann, so daß durch den Hilfschieber im ersten Fall Dampf in den Hochdruckzylinder, im zweiten Fall in den Niederdruckzylinder gelassen werden muß. Bei dreifachen Expansionsmaschinen ordnet man außer am Niederdruck- und Mitteldruckzylinder Hilfschieber am Receiver an. Die Hilfschieber werden auch zum Anwärmen der Maschine benutzt. Vgl. a. Steuerungen.

Literatur: Busley, Die Schiffsmaschine, Kiel 1883—86; Bauer, Berechnung u. Konstruktion der Schiffsmaschinen und Kessel, Berlin 1904. *T. Schwarz.*

**Hilfsignal**, Signal, welches bei Eisenbahnunfällen auf freier Strecke von letzterer aus an die Stationen zum Herbeirufen von Hilfe gegeben wird; f. Läutewerke im Eisenbahnwesen. *Köchy.*

**Hilfsstange**, f. Tiefbohren.

**Hilfswicklung**, f. Wechselfrommmaschine.

**Hilfszug**. Bei Unfällen auf der Eisenbahn, bei welchen ein Zertrümmern von Eisenbahnfuhrwerken bezw. von Teilen derselben oder ein Entgleiten stattgefunden hat, so daß eine Weiterbewegung des Zuges oder eines Teiles desselben und auch eine Wiederherstellung der schadhafte Teile u. f. w. durch die im Zuge vorhandenen Werkzeuge nicht möglich ist, sowie bei Unfällen, welche schwere Verletzungen von Reisenden oder Bahnbediensteten zur Folge hatten, muß das nötige Hilfspersonal mit den erforderlichen Werkzeugen und allen ärztlichen Behelfen durch einen Sonderzug (Hilfszug) herbeigeholt werden.

Behufs rascher Hilfeleistung stehen auf größeren Stationen besondere Wagen mit den nötigen Hilfswerkzeugen, Maschinen u. f. w. andauernd bereit (der sogenannte Hilfszug), so daß es nur der Heranziehung der nötigen Hilfsmannschaft (aus der Werkstatt), eventuell der Aerzte und der diesen Sonderzug befördernden Lokomotive bedarf, um die Fahrt sofort antreten zu können. Nach der Eisenbahnbau- und -betriebsordnung für Deutschland vom 4. November 1904 können Hilfszüge unter Verantwortlichkeit des Fahrdienstleiters auf zweigleisigen Bahnen auch links fahren (§ 53) und zu jeder Zeit ohne Fahrplan (§ 69), jedoch dann nur mit 30 km Geschwindigkeit (§ 66) verkehren; dringliche Hilfszüge gehen in der Rangordnung allen andern Zügen vor. Nach den neuen „Grundzügen der Vorschriften für den Verkehrsdienst auf den Hauptbahnen Oesterreichs“ (1904) können Hilfszüge eingeschoben werden (Art. 11); eine Fahrordnung ist nicht notwendig, ebenso eine Avisierung nicht, doch muß der Zug von einem mit den Verkehrsvorschriften vollkommen vertrauten Beamten begleitet werden und steht — falls eine anderweitige verlässliche Verständigung nicht möglich ist — allen andern Zügen im Range nach; auch darf er nach der nächsten Station nur dann abgelassen werden, wenn er mindestens 5 Minuten vor dem fahrplanmäßigen Abgang eines etwaigen Gegenzuges dort eintreffen kann (Art. 35). *Alfred Birk.*

**Hilfszylinder** von Joy, ein Entlastungszylinder für den Schieber von Schiffsmaschinen; der Kolben desselben nimmt durch vorzeitige Zuführung von Frischdampf in den Zylinder den Stoß beim Druckwechsel des Schiebergestänges auf und leistet nach dem Hubwechsel Arbeit zur Bewegung desselben. *T. Schwarz.*

**Hillen**, die niederfächsische Bezeichnung für den Heuboden des altfächsischen Bauernhauses (f. Bauernhäuser). *v. Tiedemann.*

**Hilsformation**, in Norddeutschland (Hannover, Teutoburger Wald) gewisse der Deisterformation (f. Bd. 2, S. 707) im Alter entsprechende Schichtenreihen, die mehr mariner Entfaltung sind, wie die Versteinerungen beweisen.

Die tiefsten Schichten sind ein Konglomerat (Hilskonglomerat) und ein Sandstein (Hilsandstein); darüber folgen graue und gelblichgraue, meist plastische, aber auch sandige Tone. In der Gegend von Hildesheim sind die unteren Hilschichten reich an Eisenerzen (Toneisenstein), die oberen führen stellenweise Kalk. *Leppia.*

**Himmel**, auch Himmelsgewölbe und Firmament genannt, bildet die scheinbare Begrenzung des Weltenraumes und stellt sich dem unbefangenen Beobachter als eine Kugelkalotte dar, die auf dem frei zu überblickenden Teil der Erde mit kreisförmiger Begrenzungslinie (Horizont, f. d., oder nautisch Kimm) aufzuruhen scheint.

Das sogenannte Himmelsgewölbe erscheint nicht als Halbkugel, sondern man hat den Eindruck, als ob die einzelnen Zonen desselben, je weiter sie vom Horizont nach dem höchsten Punkt (dem Zenit, f. Koordinaten am Himmel) zu absteigen, dem Beobachter immer näher rücken. Eine Folge davon ist die Tatsache, daß man einen Punkt in der Mitte zwischen Horizont und Zenit nur mit etwa 25–30° Höhe einschätzt, obgleich doch die wirkliche Richtung dahin 45° gegen den Horizont geneigt ist. Ähnlich ist dieses Verhältnis für andre Höhen. Uebrigens hängt diese Schätzung etwas von den Beleuchtungsverhältnissen und von der Bewölkung ab. Es ist bisher noch nicht gelungen, eine ganz befriedigende Erklärung für diese Erscheinung zu geben. Mit ihr in innigem Zusammenhang steht auch die bekannte falsche Auffassung von der Größe der Sonne und des Mondes in der Nähe des Horizontes; obgleich der Durchmesser dieser Gestirne wegen der Einwirkung der Refraktion bei tiefem Stande kleiner ist als bei hohem, glaubt man dieselbe am Horizonte doch viel größer zu sehen.

Es ist wahrscheinlich, daß bei der unrichtigen Schätzung der Himmelsgestalt physiologische Ursachen mitwirken; aber die Erklärung, die nach eingehenden historischen Studien und vielfachen eignen Beobachtungen E. Reimann in Hirschberg gibt, hat doch auch sehr viel für sich, und er ist wenigstens der erste, der versucht, die Erscheinung mit exakten Messungen klarzustellen. Die Entfernung, bis zu der man sehen kann, ist abhängig von dem diffusen Licht, das von den der Luft beigemengten Staubpartikelchen reflektiert wird, und dieses bedingt, daß in der Nähe des Horizontes ein Gegenstand erst in größerer Entfernung auf dem dunkeln Hintergrund unsichtbar wird, also bei nach oben gehender Schrägung. Reimann hat auch durch sinnreiche Versuche das Verhältnis der Entfernungen zu  $3\frac{1}{2}$  bestimmt. Das widerspricht der Erklärung, nach der uns die Entfernung des Zenits des Himmels deshalb kürzer erscheinen soll als die der Gegend des Horizontes, weil wir uns der Grenze der sichtbaren Atmosphäre (etwa 10 Meilen) etwa um den Unterschied zwischen dem Radius des Gesichtskreises und der Höhe der Atmosphäre näher befinden sollten. (Erklärung von Hobbes, Treiber und später von Smith.)

An dem Firmament erscheinen uns auch die Sterne als leuchtende Punkte, und zur Orientierung dieser und der damit verknüpften scheinbaren Bewegung des Himmelsgewölbes pflegt man sich dort gewisse Linienysteme (größte Kreise) gezogen zu denken, die sich auf dem Horizonte als Grundebene aufbauen. Diese Linien stehen wieder in gewissen Beziehungen zu andern solchen Systemen, die ihrerseits auf die Ebene des Aequators oder der Ekliptik gegründet sind; solche Systeme nennt man Koordinatensysteme (f. Koordinaten am Himmel). Die scheinbare Bewegung des Himmelsgewölbes, die das Abbild der völlig gleichmäßig vor sich gehenden Rotation der Erde um ihre Achse ist, dient als Mittel zur Zeitmessung; und weiterhin gewinnt man durch diese scheinbare Bewegung des Himmelsgewölbes gewisse Beziehungen zwischen den einzelnen Koordinatensystemen. Die Färbung des Himmelsraumes rührt nur von dem oben schon erwähnten diffusen Lichte her; sie ist in der Nähe des Horizontes bei klarem Himmel weit weniger intensiv blau als im Zenit. Je höher man in der Atmosphäre emporsteigt (auf hohe Berggipfel, bei Ballonfahrten), desto dunkler wird der Himmelsgrund, bis sich diese Färbung einem tiefen Dunkelblau nähert. Würde die Atmosphäre nicht vorhanden sein, so würde uns der Himmel völlig schwarz erscheinen, und die Sterne würden auch noch bei Sonnenschein sichtbar bleiben.

Literatur: Ueber den jetzigen Stand der Frage nach der scheinbaren Gestalt des Himmelsgewölbes vgl. Reimann, Beiträge zur Bestimmung der Gestalt des scheinbaren Himmelsgewölbes (Progr.), Hirschberg 1890 und 1894, und „Ueber die scheinbare Vergrößerung der Sonne und des Mondes am Horizont“ (Progr.), Hirschberg 1901 und 1903; dort finden sich weitere sehr eingehende Literaturangaben. Weitere Beiträge zu dieser Materie finden sich in Pflügers Archiv, Bd. 59, 1894 (Art. von Filehne) und in einer Abhandlung von W. v. Zehender: „Die Form des Himmelsgewölbes und des Größerererscheinens der Gestirne am Horizont“, Zeitschr. für Physiologie der Sinnesorgane, Bd. XX, S. 353, 1899. Auch ist dazu zu vergleichen: Kosmische Physik von S. Arrhenius, Bd. 1, 1903. Abegg.

**Hinterbaum**, f. Weberei.

**Hinterbewegungen**, f. Gaslampen, Bd. 4, S. 297.

**Hinterdrehbank**, f. Drehbank, Bd. 3, S. 68, und Hinterdrehen.

**Hinterdrehen** von Schneidwerkzeugen wie Fräsern, Reibahlen, Gewindefschneidzeugen u. f. w. erfolgt auf Hinterdrehbänken in der Art, daß ein dem gewünschten Zahnprofil entsprechender Fassonstahl während der Umdrehung des Werkstückes dessen Mittelachse in genau vorgeschriebener Weise abwechselnd sich langsam nähert und schnell wieder zurückbewegt bzw. durch Federkraft wieder zurückgeschneilt wird.

Dies wiederholt sich während einer Umdrehung des Werkstückes so viel Male, wie deren Zahnzahl beträgt. Da das Verhältnis zwischen Vor- und Rückgang des Hinterdrehpupperts dem Verhältnis der Zahnbreite zur Lückenbreite, beispielsweise eines Fräfers, entspricht und die Leistung bzw. Dauer des Fräfers mit zunehmender Zahnbreite wächst, hat der Rückgang des

Hinterdrehflahes, also des Supports, möglichst kurz und schnell zu erfolgen. Bei der schnellen Aufeinanderfolge der Bewegungswechsel des Supports sind die Hinterdrehbänke zur Vermeidung von Erschütterungen, die auf die Güte der Arbeit schädlichen Einfluß haben, sehr kräftig und steif auszuführen. Fräser werden rechtwinklig oder schräg hinterdreht. Die auf die erste, gewöhnliche Art hergestellten Fräser erhalten einen um so weniger günstigen Schnitt, je mehr Teile des Zahnprofils sich einer senkrechten Stellung zur Fräserachse nähern. Die schräg hinterdrehten Fräser werden in einem von  $90^\circ$  abweichenden Winkel zur Achse hinterdreht. Eine zweckmäßige Einrichtung der Hinterdrehbank zum schrägen Hinterdrehen führt J. E. Reinecker in Chemnitz-Gablenz aus. In der Mitte der Bettplatte *a*, zwischen den Wangen des Bettes (s. die Figur), ist eine lotrechte Welle *b* gelagert, die durch ein Kegelräderpaar von einer im Bett der Drehbank gelagerten, langgenuteten Welle angetrieben wird. Auf ihr steckt eine Daumenscheibe *c*, die auf eine Nafe *d* des Schlittens *e* wirkt. Eine Feder sorgt dafür, daß die Nafe *d* mit der Daumenscheibe *c* stets in Fühlung bleibt, so daß der Schlitten *e* in der Richtung des Doppelpfeilers sich hin und her bewegt. Schlitten *e* wird in Bahnen einer Platte *f* geradlinig geführt, die ihrerseits auf der Bettplatte *a* drehbar und feststellbar ist. Man kann demnach *f* eine solche Lage geben, daß die Verschiebungen des Schlittens *e* quer gegen die Drehbankachse oder gleichlaufend zu ihr gerichtet sind oder irgend einen Winkel mit dieser einschließen. Zur Einstellung des Stichelns ist das Stichelhaus auf dem Schlitten *e* verschiebbar angeordnet. Durch geeignete Räderüberfetzung zwischen der Arbeitspindel und der zum Betriebe der Hinterdrehvorrichtung dienenden, im Drehbankbett gelagerten lang genuteten Welle, ferner durch Wahl der Gestalt des Daumens *c* läßt sich der Verlauf der Hinterdrehung fast beliebig durchführen.

Für breitere Walzen- oder Profilfräser und besonders für Schneckenradfräser ist die spiralförmige Hinterdrehung von großem Vorteil. Durch geeignete Anordnung der Hinterdrehbänke läßt sich die Hinterdrehbewegung sowohl in der einen als auch in der andern Umdrehungsrichtung der Bank einleiten, wobei diese durch einen Handgriff umgefetzt oder ausgerückt wird. Diese Anordnung ist erforderlich beim Hinterdrehen von hohlen ringförmigen Schneidwerkzeugen sowie von profilierten Fräsköpfen und ähnlichen Werkzeugen.

Die Hinterdrehung komplizierter Profile geschieht zweckmäßig auf dem Wege des Kopierverfahrens mittels eines selbsttätigen Schablonen-Supports, wie einen solchen J. E. Reinecker in Chemnitz-Gablenz ausführt. Während ein Kopierlift an einer dem herzustellenden Fräser entsprechenden Schablone geführt wird, dient als Schneidflah ein gefräster, ohne Profilveränderung nachschleifbarer Drehzahn von der gleichen Form wie der Kopierlift. Weiteres s. Drehbank, Bd. 3, S. 68, und Fräser, Bd. 4, S. 148. *Dalchow.*

**Hinterdrehvorrichtungen** dienen zur Herstellung hinterdrehter Fräser oder dergl. auf gewöhnlichen Drehbänken, an denen sie angebracht werden.

Als solche ist der Hinterdreh-Support, Fig. 1, der Leipziger Werkzeugmaschinenfabrik vorm. W. v. Pittler, A.-G., Leipzig-Waren, zu betrachten, der auf dem runden Längsschlitten der Drehbankwange mittels geteilten Klemmrings befestigt ist. Die Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Querschlitten, der von zwei Hebeln angegriffen wird. Diese beiden Hebel greifen an ein verstellbares Exzenter, dessen Hebelarm an eine Kurvenscheibe angreift. Durch Verdrehen einer Schnecke am Hebelarm des Exzenters kann die Tiefe der Hinterdrehung von 0 bis 6 mm nach Belieben vergrößert oder verringert werden, ohne die Kurvenscheibe wechseln zu müssen. Die Kurvenscheibe wird durch eine Welle, die mittels Zahnrades vom Rädergehäuse aus angetrieben wird, bewegt. Auf der Drehspindel wird ein kleineres oder größeres Schneckenrad aufgesteckt, je nach der verlangten Hinterdrehteilung. Die Einstellung erfolgt durch Auswechslung nur eines einzigen Rades, worauf der zu hinterdrehende Gegenstand mittels eines Index und einer Teilscheibe sofort zu dem Einschnitt eingefellt werden kann.

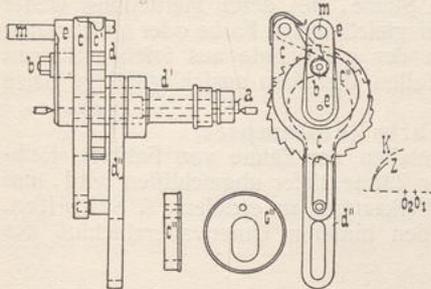


Fig. 2.

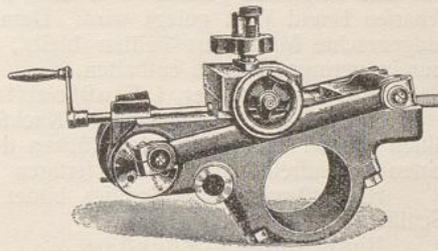


Fig. 1.

Eine andre Hinterdrehvorrichtung ist die des Amerikaners Balzer, Fig. 2, die mit ihrer Spindel *a* zwischen die Spitzen einer Drehbank exzentrisch eingespannt wird und durch einen Mitnehmer umlaufende Bewegung erhält. Ueber die Achse oder Spindel *a* ist eine Hülse *d'* geschoben, auf der die zu hinterdrehende Scheibe, gegebenenfalls ein Fräser, befestigt wird.

Das Arbeitsstück wird in seinen Bewegungen demnach abhängig fein von den Bewegungen, die der Spindel *a* und der Hülse *d'* gegeben werden. Die Spindel *a* rotiert stetig um eine exzentrische Achse, die Hülse *d'* ist bald festgehalten, bald wird sie um einen gewissen Winkel gedreht, dessen Größe sich durch ein verstellbares Exzenter bestimmen läßt. Demnach erhält die herzustellende unrunde Scheibe einmal eine ruckweise Drehung mit der Hülse *d'* um die exzentrische Spindel *a* und eine zweite Bewegung vom und gegen das Werkzeug infolge der Drehung dieser Spindel; die eine der Bewegungen liefert den Zahnrücken, die zweite das kurze Verbindungsstück mit dem folgenden Zahnrücken. Die Konstruktionsteile haben folgende Anordnung und Wirkung. Mit dem Arme *e* der Spindel *a* ist eine Schraube *b* radial verstellbar verbunden, deren Mutter als Exzenter Scheibe *c''* ausgebildet ist, wodurch *c''* mit *a* verbunden wird. Die Größe der Exzentrizität von *c''* läßt sich durch Versetzung der Schraube *b* im Arme *a* verändern, wobei das längliche Loch in *c''* eine Verschiebung der Spindel *a* zuläßt. Der Exzenter *c* ist nach beiden Seiten verlängert und trägt einerseits den Sperrkegel *c'*, andererseits läuft er in einen geschlitzten Fortsatz aus, der um einen Zapfen schwingen kann. Das Exzenter *c''* bewirkt daher solche Bewegungen von *cc'*, daß das Sperrrad *d* ruckweise Drehungen erhält. Weil nun Rad *d* fest auf der Hülse *d'* sitzt, wird auch diese Hülse und dadurch auch das Arbeitsstück ruckweise gedreht. Während der Drehung wirkt das Werkzeug auf das Arbeitsstück annähernd nach einem Kreisbogen *z*, der entsprechend der exzentrischen Lagerung  $o_1 o_2$  der Spindel *a* hinter jenem Kreise *k* zurücktritt, welcher der Entfernung des Werkzeuges von der Drehbankspindel entsprechen würde. Dadurch wird hinterdreht. Bei der weiteren Drehung von *a* wird zufolge der exzentrischen Lage von *a* jene kurze Uebergangskurve gebildet, die das erzeugte Bogensegment *z* mit dem nächstfolgenden verbindet. Dalchow.

**Hintergärten**, f. Fluchtlinie.

**Hintergebäude**, ein hinter dem Hauptgebäude, zu den Seiten eines Hofes oder hinter diesem aufgeführtes Gebäude zu untergeordneten Zwecken.

**Hintergeschirr**, f. Weberei.

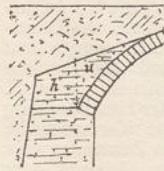
**Hintergraben**, f. Fanggraben.

**Hinterhöhe**, an dem Tür-, Laden- oder Fensterflügel das Rahmstück, an dem das Band anzuschlagen ist; f. Fensterrahmen.

**Hinterlader**, f. Geschütze, Gewehr, Jagdgewehre, Schiffsgeschütze.

**Hintermauerung**, jedes an der Außenseite einer Mauer oder an der Laibungsfläche eines Gewölbes nicht sichtbar werdende Mauerwerk, das zur Verstärkung oder Versteifung dient und aus andern Steinen und in anderer Ausführungsweise als das sichtbar werdende Mauerwerk eines Bauwerks bestehen kann (f. Gewölbezwickel und Verblendmauerwerk). L. v. Willmann.

Hintermauerung der Brückengewölbe, das über der Kämpferfläche auf das Widerlager aufgesetzte Mauerwerk *h*, das im Verein mit der Uebermauerung des Gewölbes *u* aus statischen Gründen zur Erhöhung der Stabilität des Gewölbes und Widerlagers angeordnet, dessen Ausführung meist aber auch wegen der Entwässerung des Gewölbrückens notwendig wird. Es hat dieses Mauerwerk als Belastung und als Rückhalt des Gewölbefußes zu wirken und dafelbst ein Öffnen der Gewölbfugen und ein damit verbundenes Verdrehen der unteren Gewölbpforten zu verhindern. Seine Anordnung ist aus diesem Grunde insbesondere bei hohen Bogen von Wichtigkeit. Sie kann nur entfallen, wenn dem Gewölbe selbst an den Kämpfern eine beträchtliche Verstärkung gegeben wird. Die Ausführung erfolgt mit horizontalen Fugen ohne Verband mit dem Gewölbmauerwerk. Für flache Bogen ist die Ueber- und Hintermauerung aus statischen Gründen weniger notwendig, wenn die Gewölbe jene Stärke im Kämpfer erhalten, daß gefährliche Zugspannungen dafelbst nicht auftreten können. Melan.



aus statischen Gründen weniger notwendig, wenn die Gewölbe jene Stärke im Kämpfer erhalten, daß gefährliche Zugspannungen dafelbst nicht auftreten können. Melan.

**Hintermauerungssteine**, gebrannte Steine, bei deren Herstellung weder auf eine besonders genaue Form noch auf gleichmäßige Farbe oder gleichmäßig scharfen Brand Wert gelegt wird. Damit der auf Wände aus solchen Steinen aufgebrauchte Mörtelputz haltbar bleibt, sollen dieselben auschlagsfähige Salze nur in geringer Menge enthalten. Dümmler.

**Hinterraddampfer**, f. Flußschiffahrt, Raddampfer.

**Hinterschleifen**, An- bzw. Nachschleifen der Zähne von Fräsern, Reibahlen u. f. w. derart, daß der Rücken der Zähne tiefer abgeschliffen wird, um einen rückenfreien Schnitt des fertigen Werkzeuges zu erzielen; f. Schleifen.

**Hinterstevan** eines Schiffes bildet den hinteren Unterwasserabschluß des Schiffsrumpfes; f. Schiffbau.

**Hinterwasser**, f. Rückstau.

**Hippodrom** hieß in Griechenland die zum Pferde- und Wagenrennen bestimmte Bauanlage.

Beim Wettrennen waren die Reiter nackt und saßen auf ungefalteten Pferden, zum Wagenrennen wurden kleine zweirädrige Wagen benutzt, die von drei oder vier, oft fogar von sechs bis acht Pferden gezogen wurden. Im übrigen bestand das Hippodrom aus der Rennbahn und

dem Zuschauerraum. Die Rennbahn war sehr lang, an dem einen Ende in einem Halbkreis abgeschlossen, während das andre Ende in Form eines Kreissegmentes oder (wie bei den griechischen) in Form eines stumpfen Spitzbogens angelegt war, dessen Spitze nach der Bahn zu stand. In der Mitte dieser Bahn zog sich ein erhöhter Erdwall hin, um den das Rennen stattfand. Oft waren die beiden Schenkel der Bahn ungleich lang. Ausgrabungen derartiger Anlagen haben nicht viele stattgefunden; die bekanntesten sind zu Aizani und Pessinus; letztere stammt aber schon aus römischer Zeit; vgl. a. Circus, Bd. 2, S. 467.

Weinbrenner.

**Hippursäure** (Benzoylglykokoll),  $C_6H_5 \cdot CO \cdot NH \cdot CH_2COOH$ , eine aromatische Säure, zugleich Benzoesäure und Glykokollabkömmling.

Sie findet sich vornehmlich im Harn der Pflanzenfresser, im Kuh- und Pferdeharn, und wird auch von andern Tieren bei Verabreichung von Benzoe- oder Zimtsäure reichlich abgeschieden. Sie kristallisiert in rhombischen Säulen, schmilzt bei  $188^\circ$ , ist leicht in heißem Wasser und in Alkohol, schwer in kaltem Wasser löslich und wird durch Kochen mit Alkalien oder Mineral Säuren in Glykokoll und Benzoesäure zerlegt. Sie besitzt nur physiologisches Interesse.

Literatur: Beilstein, Handbuch der organischen Chemie, 3. Aufl., Hamburg u. Leipzig 1896, Bd. 2, S. 1182; Schmidt, Pharm. Chemie, organ. Teil, Braunschweig 1901.

Enjard.

**Hirn** (Hirnseite), diejenige Seite eines Holzstücks, an der die Fasern senkrecht durchschnitten sind. Die Bearbeitung der Hirnseite ist schwerer als die der Langseite; jene ist härter, oft rauh und nimmt weniger Politur an. Ueber oder vor Hirn sägen, behauen u. f. w. heißt das Holz so trennen bzw. bearbeiten, daß die Jahresringe quer durchschnitten werden.

Weinbrenner.

**Hirnfeder**, bei Feder- und Nutverbindungen eingelegte Feder aus Holz, so hergestellt, daß ihre Faserrichtung mit ihrer Breitenrichtung zusammen senkrecht zur Verbindungsfuge fällt. Dadurch wird die Beanspruchung der Feder in Richtung quer zur Fafer vermieden.

Dalchow.

**Hirnholz**, senkrecht zur Faserrichtung durchschnittenen Holz. Wenn bei Holzverbindungen zwei Hölzer mit ihren Hirnenden zusammentreffen, so werden diese sich ineinander pressen und bei starkem Druck, wie z. B. bei den Streben eines Hängewerks, ein Senken eintreten. Um dies zu verhindern, empfiehlt es sich, zwischen die Hirnseiten Metallstreifen einzulegen.

Weinbrenner.

**Hirnleiste**, schmale Leiste, die am Hirnende einer Brettafel mittels Nut und Feder oder Spantung befestigt wird, um das Werfen der Tafel zu verhindern; f. Einschieben.

Weinbrenner.

**Hirnsches Gesetz** wurde mitunter nach Zeuner [1] die Annahme genannt, daß für überhitzte Dämpfe, insbesondere Wasserdampf, ebenso wie für die dem Boyle-Gay-Lussacschen Gesetze folgenden Gase bei isodynamischen Zustandsänderungen (f. Innere Arbeit) das Produkt aus Druck und Volumen konstant sei ( $p v = p_1 v_1$ ), womit die isodynamische Kurve eine gleichzeitige Hyperbel wäre. Ueber die Stellung von Hirn zu dieser Annahme f. [5]. Neuerdings ist Callendar bei Aufstellung seiner Zustandsgleichung überhitzter Dämpfe [7] vom Hirnschen Gesetze ausgegangen [genauer von  $p(v - \sigma) = p_1(v_1 - \sigma)$ ], worin jedoch das spezifische Volumen  $\sigma$  der Flüssigkeit im allgemeinen vernachlässigt wird. Diese Gleichung wurde bereits von Mollier [8] als Grundlage von Tabellen für technische Berechnungen gewählt. Vgl. Dampf, überhitzter, und Gase, gasförmige Körper.

Literatur: [1] Zeuner, Grundzüge der mechanischen Wärmetheorie, Leipzig 1866, S. 435. — [2] Weyrauch, Von den überhitzten Dämpfen, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1876, S. 1, 71. — [3] Zeuner, Ueber das Hirnsche Gesetz, ebend. 1877, S. 1. — [4] Weyrauch, Noch einmal die überhitzten Dämpfe, ebend. 1877, S. 241. — [5] Hirn, Sur un théorème relatif à la détente des vapeurs sans travail externe, Compt. rend. 1877, LXXXIV, S. 592, 632, 680. — [6] Pauly, La chaleur, Paris 1892, S. 175. — [7] Callendar, On the thermodynamical properties of gases and vapours as deduced from a modified form of the Joule-Thomson Equation, with special reference to the properties of steam, Proceedings of the Royal Society 1900, LXVII, S. 266. — [8] Mollier, Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf, Berlin 1906.

Weyrauch.

**Hirschhorn** (richtiger Hirschgeweih), paarige knöcherne, verästelte, alljährlich (nach dem Abwerfen) sich erneuernde Fortsätze der Stirnbeine der hirschartigen Wiederkäuer. Da das Geweih nicht aus Hornsubstanz, sondern aus einem officinierenden Bindegewebe besteht, so ist es vom Horn (der Rinder, Schafe u. f. w.) gänzlich verschieden.

Am Stirnbein bildet sich im sechsten bis achten Altersmonat ein Knochenzapfen, der Rosenstock, auf welchem sich die Geweihe ansetzen, anfangs als einfache spitzige Stangen (Spießler), im nächsten Jahr mit je einem Ast (Gabler), später mit steigender Verästelung. Ein typisches Geweih besteht aus der Rose, das ist die mit kropfigen Auswüchsen, den Perlen besetzte Basis der Stange, dann folgt der unterste, meist nach vorne gerichtete Ast, der Augen-

sproß, oberhalb deselben der Eis sproß, in der Mitte der Stange der Mittelsproß, die äußersten Enden heißen die Krone. Während des Wachstums ist das Geweih von der haarigen Haut (Baft) befestigt, deren Blutgefäße entsprechende Abdrücke an der Oberfläche der Stange hinterlassen. Nach etwa 120 Tagen ist das Geweih vollständig ausgewachsen, bald darauf vertrocknet der Baft und wird vom Hirsch abgerieben (er „fest“).

Am meisten finden Geweihe vom Edelhirsch und vom Reh Verwendung; außerdem haben gegenwärtig die Aufsätze amerikanischer und indischer Hirsche (Moofetier oder „Original“, Virginiahirsch, Wapiti) größere Verbreitung gefunden. Meist nur lokale Bedeutung besitzen Elch-, Ren- und Damhirschgeweihe. Abgesehen von ihrer Verwendung als Zierat für Jagdzimmer werden sie zu Messer-, Gabel-, Hirschfängergriffen, Kronenlüfters und verschiedenen Drechslwaren (besonders häufig zu Knöpfen für Jagdkleider) verarbeitet, wobei die natürliche eigentümlich narbige oder gepörlte Außenseite erhalten bleiben muß. Nachahmungen aus gepreßtem Holz oder aus gefärbten Stücken von Röhrenknochen, deren Innenseite nach außen gerichtet wird, sind besonders in der Knopfindustrie sehr häufig. Rehweweie sind zu Pfeifenröhren u. f. w. gefucht, die reichgeperlte Rofe (auch Rehkronen) ist besonders geschätzt. Das Geweih ist wie der Knochen zusammengesetzt, massiv (nicht hohl wie echtes Horn) und gibt geraspelt und gekocht (wie jede bindegewebige Substanz) eine Gallerte (Knochenleim), welche früher medizinisch verwendet wurde, wie überhaupt aus dem Hirschhorn pharmazeutische Präparate dargestellt worden sind, die man gegenwärtig aus Knochen erhält, wie das Hirschhornöl, ein Produkt der trockenen Destillation, der Hirschhorngeist, das wässerige hauptsächlich aus Ammoniumkarbonat bestehende Präparat, und das Hirschhornsalz, das aus Ammoniumkarbonat (f. d.) besteht. In einigen Staaten sind geraspelt Hirschhorn oder die Drehspäne (Cornu Cervi torquatum) noch heute officinell. Nach Merat de Guillot besteht Hirschhorn aus 27% Leim, 57,5% Calciumphosphat, 1% Calciumkarbonat und 14,5% Wasser; Geweihe älterer Tiere haben meist einen höheren Kalkgehalt. Das meiste Hirschhorn kommt aus Tirol, Ungarn und Amerika.

T. F. Hanaušek.

**Hirschhorn**, gebranntes, f. Polieren (Poliermittel).

**Hirsch-Schraube**, f. Propeller.

**Hittorf'sche Röhren**, auch Crookes'sche Röhren genannt, sind Geißler'sche Röhren mit hoher Gasverdünnung (f. Geißler'sche Röhren) bis zu etwa 1 : 1000, in welchen das rote Anodenlicht mit wachsender Verdünnung mehr und mehr verschwindet, das blaue Kathodenlicht sich ausbreitet, bis es als schwaches Glimmlicht fast die ganze Röhre erfüllt.

Hittorf erkannte zuerst die drei wichtigen Eigenschaften dieses Kathodenlichtes, 1. sich in geraden Linien, unbeeinflusst durch den Ort der Anode, fortzupflanzen und auf der entgegenstehenden Glaswand Schatten von dazwischen gebrachten Körpern zu entwerfen; 2. die Glaswände und gewisse Mineralien (Smaragd, Flußpat u. f. w.) fluoreszierend zu machen; 3. sich spiralförmig um Magnete zu winden [1]. Crookes [2] hat ausgezeichnete Beobachtungsapparate konstruiert, welche die Wirkungen der Kathodenstrahlen im Innern der Röhren zeigen, besonders die mechanische Wirkung auf bewegliche Flügelrädchen und die Ablenkbarkeit der Strahlen durch Magnete. Bildet die Kathode einen Hohlspiegel, so vereinigen sich die feinkrecht davon ausgehenden Strahlen im Mittelpunkt und zeigen dort erhebliche Wärmewirkungen. In betreff der weiteren Versuche mit Hittorf'schen Röhren durch Lenard und Röntgen f. die Artikel Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen.

Literatur: [1] Poggend. Ann. 1869, 136, S. 213. — [2] Crookes, Strahlende Materie, überf. von Grefchel, Leipzig 1879.

Aug. Schmidt.

**Hitzdrahtvoltmeter**, f. Meßinstrumente, elektrische.

**Hitze**, hoher Wärmegrad, in der Technik gewöhnlich Temperaturen über 100° C.; bei Stabeifen Bezeichnung für jede neue Schweißung, überhaupt bei Metallen für jede neue Glühung; die von zwei Paufen begrenzte Arbeitszeit beim Rammen (z. B. Hitze von zehn Schlägen). — Hitzemesser, f. Kalorimeter, Pyrometer und Brennstoffe, Bd. 2, S. 282.

**hl**, amtliche Abkürzung für Hektoliter.

**Hobel**, f. Hobeln.

**Hobelbank**, das am häufigsten gebrauchte Gerät zum Festhalten (Einspannen) des Holzes während der Bearbeitung, besteht aus einem stark gebauten und schweren Tisch (1,5—3 m lang, 450—900 mm breit, etwa 720 mm hoch); letzteres Maß richtet sich zweckmäßigerweise nach der Größe des Arbeiters), dessen Blatt mit den zum Festhalten der Arbeitsstücke nötigen Vorrichtungen (Zangen, Bankhaken und Stützen) versehen ist.

Zunächst ist die vorn und zur rechten Seite des Arbeiters liegende Ecke des Blattes rechtwinklig ausgechnitten; in diesem Ausschnitt verschiebt sich, parallel geführt in der Längsrichtung der Bank, ein prismatisches Holzstück, welches durch Drehen einer Schraube bewegt wird. Diese Vorrichtung bildet die Hinterzange. Durch das prismatische Hauptstück derselben geht lotrecht ein quadratisches Loch zur Aufnahme des einen eisernen Bankhakens (Bank-eifen, f. d.), während eine Reihe gleicher Löcher am Rande des Blattes angebracht ist zur Aufnahme des andern; zwischen beide Haken läßt sich dann das flachliegende Arbeitsstück ein-

spannen. Flache Arbeitsstücke lassen sich auch direkt in das Maul der Hinterzange einspannen. Um ein Brett auf der Kante stehend einspannen zu können, bringt man sowohl in dem beweglichen Backen der Hinterzange als in dem Blatte wagerechte Bankeisenlöcher an. Die zweite Zange, die Vorderzange, hat ihren Platz an der linken vorderen Ecke der Bank und besteht aus einem Zangenbrett, welches mittels Schraube gegen die Vorderseite des Blattes gepreßt wird. Der Vorderzange bedient man sich namentlich auch, um Bretter festzuspannen, welche länger sind als die Hobelbank. In diesem Falle wird das eine Ende in der Vorderzange gehalten, das Brett geht an der Hobelbank entlang und muß an seinem zweiten Ende eine besondere Unterstützung durch den Knecht, (Stehknecht, Bankknecht) erhalten. Dieser besteht aus einem starken, aufrechten Stocke mit schwerem (kreuzförmigem) Fuß. Längs des Stockes ist ein kleiner hölzerner Klotz auf und nieder verschiebbar, der in angemessener Höhe durch einen Keil oder durch eine eiserne Klammer, an welcher er im Einschnitte des Stockes eingehängt wird, befestigt wird, so daß das Brett darauf ruht; vgl. a. Fügeleide, Fügebock. — In der Korbmacherei wird als Hobelbank ein Gestell bezeichnet, welches so eingerichtet ist, daß sich der Korbmacherhobel zwischen zwei Leisten verschieben und feststellen läßt.

E. Müller-Dresden.

### Hobelmesserschleifmaschinen, f. Schleifmaschinen.

**Hobeln, Hobel, Hobelmaschinen.** Unter Hobeln versteht man Verfahren zur Bearbeitung von Holz, Metall u. f. w. durch Abnahme von Spänen. Diese erfolgt bei den Handhobeln, den Metallhobelmaschinen und einigen Arten von Holzhobelmaschinen durch eine im wesentlichen geradlinige Bewegung (Haupt- oder Arbeitsbewegung) zwischen Werkstück und dem bis zu einer gewissen Tiefe in dieses eindringende Werkzeug (Hobelmesser, Hobeisen, Hobelstahl, Hobelstichel). Die Querschnittsabmessungen des Spans sind im allgemeinen beschränkte, und es ist deshalb zur Wegnahme größerer Materialmengen (insbesondere bei den Metallhobelmaschinen) vor Beginn des neuen Arbeitsweges eine gegenseitige Verschiebung zwischen Arbeitsstück und Werkzeug senkrecht zur Arbeitsbewegung vorzunehmen (Schaltbewegung, Schaltung). Bei den meisten Holzhobelmaschinen erfolgt dagegen die Spanabnahme durch rotierende Arbeitsbewegung des Werkzeuges, dem das Arbeitsstück zugeführt wird.

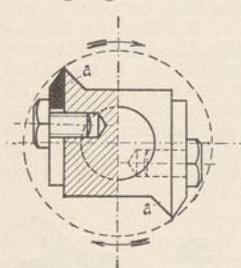


Fig. 2.

Die Schneide der Werkzeuge besitzt einen Zuschärfungswinkel, der bei Holz in der Regel zwischen 30 und 35°, bei Gußeisen, Schmiedeeisen und Bronze zwischen 56 und 65° und bei Hartguß bis zu 80° beträgt. Beim Hobeln des Holzes tritt leicht der Fall ein, daß durch die Wirkung der vorderen Werkzeugfläche die Holzfasern herausgeriffen werden und die bearbeitete Fläche dadurch unfauber wird. Man kann dies dadurch vermeiden, daß man den Span beim Entstehen sofort abknickt. Es wird zu diesem Zweck bei Hobeisen mit geradliniger Schneide auf das Hobeisen eine Deckplatte (Deckel, Klappe) aufgelegt, wodurch die Doppel-eisen entstehen; man verwendet sie auch bei Holzhobelmaschinen (Fig. 1) oder bringt aus dem gleichen Grunde an der Auflage des Hobelmessers sogenannte Spanbrecherlippen *a* (Fig. 2) an.

#### A. Handhobel.

Sie bestehen (Fig. 3) aus drei Hauptteilen, dem (Hobel-) Kasten *a*, dem (Hobel-) Eisen *b* und dem Keil *c*. — Der Kasten wird gewöhnlich aus hartem Holz (meist Weißbuche), feltener aus Eisen (Fig. 4) angefertigt.



Fig. 4.

Die Teile des Kastens sind die Sohle (die bei hölzernen Hobeln bisweilen aus Metall oder Bein oder einer andern Holzart, z. B. Pockholz, besteht), die beiden Seitenwangen und das Keilloch, das zur Aufnahme des Eisens und des zu seiner Befestigung dienenden Keils bestimmt ist und dessen unterer Teil auch als Spanloch bezeichnet wird. Das Spanloch ist entweder an beiden Seitenwangen (Fig. 5) oder nur an einer Seitenwange (Fig. 6) begrenzt, oder es geht über die ganze Breite der Sohle quer hindurch (Fig. 7). Nur im letzteren Fall ist es möglich, Nuten in eine Fläche einzuhebeln. Je schmaler das Spanloch ist, desto weniger leicht tritt ein Aufreißen (Einreißen) des Holzes ein; es gibt Hobel, bei denen es möglich ist, die Breite des Spanloches zu verändern. Das Eisen besteht in der Regel aus zwei flach aufeinander geschweißten Platten aus Eisen und Stahl und bildet mit der Hobelsohle einen Winkel von 30–90°, in der Regel von 45°. — Hobel mit Doppel-eisen (f. oben) werden als Doppelhobel bezeichnet. Die Schneide des Hobeisens liegt entweder senkrecht (Fig. 5–7) oder schräg (Fig. 8) zur Längsachse des Hobels (gerade und schräge Hobel). Die schräge Lage des Eisens wählt man,

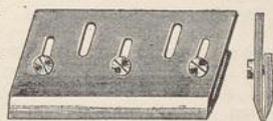


Fig. 1.

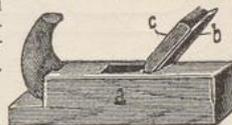


Fig. 3.

Die Teile des Kastens sind die Sohle (die bei hölzernen Hobeln bisweilen aus Metall oder Bein oder einer andern Holzart, z. B. Pockholz, besteht), die beiden Seitenwangen und das Keilloch, das zur Aufnahme des Eisens und des zu seiner Befestigung dienenden Keils bestimmt ist und dessen unterer Teil auch als Spanloch bezeichnet wird. Das Spanloch ist entweder an beiden Seitenwangen (Fig. 5) oder nur an einer Seitenwange (Fig. 6) begrenzt, oder es geht über die ganze Breite der Sohle quer hindurch (Fig. 7). Nur im letzteren Fall ist es möglich, Nuten

damit beim Hobeln quer zur Faserrichtung kein Einreißen des Holzes stattfindet. Bei manchen Hobeln wendet man ferner Vorchneider an, die zum Durchschneiden der Holzfasern beim Querhobeln dienen, damit die seitwärts der abgehobelten Flächen befindlichen Holzfasern nicht durch das Hobelmesser herausgerissen werden (f. Fig. 10a, V Vorchneider).

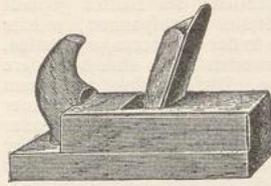


Fig. 9.

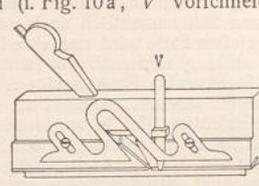


Fig. 10a.

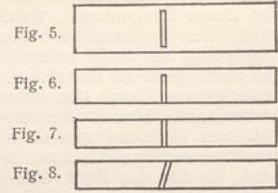


Fig. 5-8.

a) Hobel mit ebener Sohle. Spanloch nach Fig. 5: Schrupphobel (Schrob-, Schrupphobel) (Fig. 3) zum Abhobeln eines Arbeitsstücks aus dem Groben, Länge 25-27 cm, Breite des Eifens 24-36 mm, Schneide stark gekrümmt; Schlichthobel (Fig. 3) zum Feinabhobeln (Schlichten), Länge 25-30 cm, geradlinige Schneide (mit abgerundeten Ecken zur Vermeidung des Furchenreißen); Raubbank (Langhobel) zum Abhobeln von Flächen, die möglichst eben fein sollen, Länge 60-75 cm, etwa 7 cm breit; Fügebank (Fugbank), f. Bd. 4, S. 203; Zahnhobel (Fig. 9) mit fast fenkrecht stehendem, sägeartig gezacktem Eifen (Zahneifen) für hartes und sehr unregelmäßig gewachsenes Holz und zum Aufrauen von Flächen, um besseres Haften von Leim u. f. w. zu erzielen; Umsteckhobel (Fig. 4), dessen Hobeleifen und Keil umgesteckt werden kann, so daß man auch in die Ecken hobeln kann. Die folgenden Hobel, mit der Spanlochanordnung nach Fig. 6, dienen vorzugsweise zum Hobeln von Brettern u. f. w. an den Kanten und sind deshalb häufig an der Sohle mit festen oder verstellbaren Führungsleisten

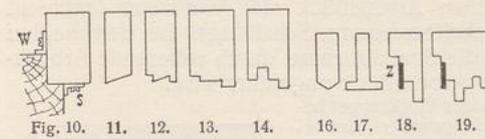


Fig. 10.

(s, Fig. 10) versehen. Außerdem besitzen manche an der einen Wangenseite feste oder verstellbare Anschläge (w, Fig. 10), um die Tiefe eines Falzes, einer Nut u. f. w. zu begrenzen. Hierher gehören der Falzhobel (Fig. 10 und 10a), der Grathobel (Fig. 11; f. Bd. 4, S. 617), der Zahnleiftenhobel (Fig. 12), der Plattbankhobel (Fig. 13), der Federhobel (Fig. 14). Nach Fig. 7 sind gefaltet der Simshobel (Fig. 15), der Gehrungsimshobel (Querschnitt nach Fig. 11), der Spitzhobel (Fig. 16) und der Wangenhobel (Wandhobel) (Fig. 17), letzterer zur Erweiterung und Glättung von Nuten und Falzen dienend. Der Nuthobel (Fig. 18) besitzt an der unteren Fläche des Hobelkastens sowohl zur Führung als zur Unterstützung des Hobeleifens eine Eifenschiene (Zunge) z (Fig. 18) mit einer Unterbrechung zum Durchstecken des Eifens. Nut- und Federhobel werden oft zu einem einzigen Hobel, dem Spundhobel (Fig. 19), vereinigt.

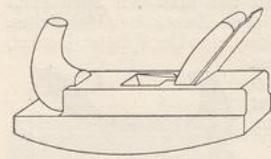


Fig. 20.

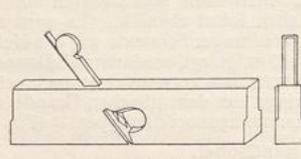


Fig. 15.

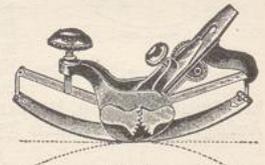


Fig. 21.

b) Hobel mit in der Längsachse gekrümmter Sohle. Hierher gehören die folgenden: der Schiffhobel (Fig. 20) und der verstellbare Schiffhobel (Fig. 21), dessen Sohle aus einer federnden Stahlplatte gebildet ist, die durch eine Spannschraube gebogen wird, sowie der Gefimmschiffhobel (Schiffsimshobel), dem gewöhnlichen Simshobel entsprechend.

c) Hobel mit profilierter Sohle und Eifen. Man faßt sie unter den allgemeinen Namen Kehl-, Leiften-, Fasson-, Profilhobel zusammen. Auch diese Hobel werden in den drei verschiedenen Anordnungen Fig. 5-7 ausgeführt; ihre Bezeichnung wird nach dem Profil der Sohle bzw. des Eifens und der Spanlochanordnung gewählt, z. B. Rundstab Schlichthobelfasson, Rundstab mit Anschlag (Fig. 22 und 22a), Rundstab Simshobelfasson (Fig. 23); weitere Profile sind Hohlkehle (Fig. 24), Karnies (Fig. 25) u. v. a. Das bei diesen Hobeln zur Verwendung kommende Eifen wird gewöhnlich in der Weise angefertigt, daß man daselbe an der Schneide

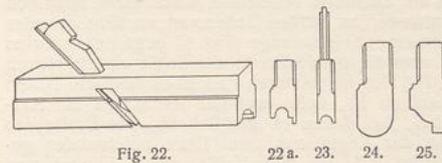


Fig. 22.

22a.

23.

24.

25.

nach dem Profile zuzuhärten. Vorzuziehen sind diejenigen Profileifen, die durch Schmieden in Gefenken auf 40-60 mm profiliert sind und einfach so schräg angechliffen werden, daß die Profilseite die Schneide bildet.

d) Hobel besonderer Art: Schweifhobel (Speichenhobel, Pafrin, Fig. 26) zum Abhobeln schmaler ebener oder gewölbter Flächen. Der Grundhobel (Fig. 27) mit L-artig gekrümmtem Eisen dient zum Hobeln in Vertiefungen, wobei deren Ränder zur Führung des

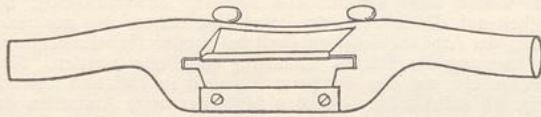


Fig. 26.

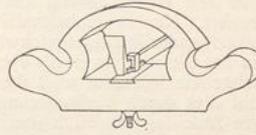


Fig. 27.

Hobels dienen. Der Rundhobel besteht aus zwei durch Schrauben zusammengehaltenen Hälften, je mit einer Vertiefung von kreisbogenförmigem Querschnitt, zum Herstellen von Rundfläben, Zapfen u. f. w. dienend; der Hobel wird auf dem vorgerichteten Stab u. f. w. gedreht und längs verfahren. Der Zündhölzchenhobel, ein Hobel mit ebener Sohle,



Fig. 28.



Fig. 29.

dessen Eisen aus einer Anzahl kleiner kreisförmiger oder quadratischer Dübeleisen besteht, dient zur Herstellung von Zündholzstäbchen (Holzdraht). Der Wagnerhobel (Fig. 28 und 29) mit besonders kurzer Sohle und verhältnismäßig langem, etwas nach oben gerichtetem Griff dient zur Bearbeitung von Flächen, für welche die gewöhnlichen Hobel zu lang sind; auch die Instrumentenmacher benutzen solche kurze Hobel (aus Eisen), und zwar Flachhobel mit ebener Sohle von elliptischem Umriss und Ausarbeitschobel mit einer der Länge und Breite nach gewölbten Sohle; das Eisen ist entsprechend bogenförmig gestaltet. Ueber die von den Böttchern gebrauchten Hobel f. Böttcherei, Bd. 2, S. 139.

In der Metallverarbeitung ist der Hobel in der Gestalt der Holzhobel für weiches Metall als **Metallhobel** zur Anwendung gekommen. Er unterscheidet sich von dem Holzhobel durch den schweren Kasten mit Metallsohle und durch ein steil gestelltes starkes Eisen (Zuschärfungswinkel 60–75°), das entweder wie ein Zahneisen oder Schruppeisen beschaffen ist. Der Metallhobel findet Anwendung zum Abhobeln großer Zinnplatten (für Orgelpfeifen), in der Schriftgießerei u. f. w. — Vgl. [1], [2], [12], [13].

#### B. Metallhobelmaschinen.

Das bei diesen Maschinen angewandte Prinzip ist bereits oben dargelegt worden.

a) Hobelmaschinen mit feststehendem Werkzeug und hin und hergehendem Arbeitsstück: Tischhobelmaschine (Fig. 30). Auf den Führungen *b* des Betts *a* gleitet der Tisch *c*, auf dem die Arbeitsstücke aufgespannt werden. Die Tischbewegung erfolgt entweder durch Zahnstange und Rad (am häufigsten angewendet) oder durch Zahnstange und Schnecke (Sellerscher

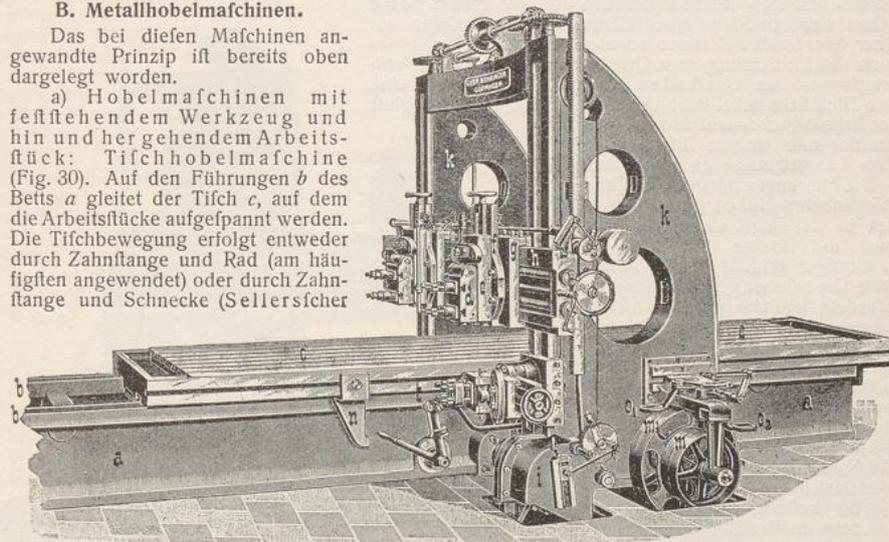


Fig. 30.

Antrieb) oder durch Schraubenspindel und Mutter oder durch Seil und Trommel (vgl. [11], Jahrg. 1900, S. 943) oder durch Kurbel (oder davon abgeleitete Getriebe) und Schubstange (letzte Antriebsart wegen der Ungleichförmigkeit der Bewegung nur bei kleinen Hobelmaschinen und auch da selten angewendet). Bei sehr breiten Tischen wird der Tischantrieb verdoppelt. Bei allen Antriebsarten mit Ausnahme des Kurbelgetriebes muß zur Erzielung der hin und hergehenden Bewegung des Tisches die Drehungsrichtung der den Tisch bewegenden Getriebe (Zahnrad, Schnecke, Schraubenspindel, Trommel) umgekehrt werden (sogenannte Umsteuerung). Hierzu dienen die Umkehr- oder Wendegetriebe. In der Regel wird von diesen bei Hobelmaschinen der offene und geschränkte Riemen in Verbindung mit festen und losen Scheiben *m*, *m*<sub>1</sub>

angewendet. Die Riemenverschiebung erfolgt durch zwei verstellbare Anschläge  $n$  am Tisch (in der Figur nur einer sichtbar), die auf die Riemenabeln  $o_1, o_2$  einwirken. Die Anordnung muß dabei so getroffen werden, daß das Verschieben des offenen Riemens auf die treibende Scheibe erst erfolgt, wenn der geführte Riemen die treibende Scheibe verlassen hat und umgekehrt. Neuere Hobelmaschinen weisen zwei verschiedene Arbeitsgeschwindigkeiten bei gleichbleibender Rücklaufgeschwindigkeit auf. Diese ist in der Regel eine höhere (bis zur neunfachen bei kleinen, zwei- bis vierfachen der Arbeitsgeschwindigkeit bei großen Hobelmaschinen). Bei schnellem Rücklauf muß die Umsteuerung des Tisches frühzeitig eingeleitet werden. Man erreicht dies durch Verlängerung des Hebels, auf den der beim Rücklauf in Tätigkeit tretende niedere Anschlag am Tisch (bei  $t$ , Fig. 30) auftritt [3]. Um den Stoß, der beim Auftreffen der Anschläge auf die Hebel des Steuerungsgefänges entsteht, zu vermeiden, läßt man die Anschläge gegen Schraubenflächen wirken, so daß die Bewegung des Steuerungsgefänges langsam eingeleitet wird (vgl. z. B. D.R.P. Nr. 137 228 und [3]). — Zum Zweck der Schaltung, d. h. der Verletzung des Werkzeugs unmittelbar vor Beginn des neuen Arbeitswegs (in wagerechter, fenkrechter oder schräger Richtung), dient der Support. Das Werkzeug ist im Stahlhalter  $d$  befestigt, der als Klappe ausgebildet ist, damit beim Rücklauf die Schneide gefchont wird; bisweilen wird die Klappe selbsttätig angehoben. Der Stahlhalter läßt sich auf dem Schlitten  $e$  drehen und festschrauben, um dem Werkzeug besonders beim Hobeln der Seitenflächen eines Arbeitsstücks die richtige Lage geben zu können. Die Führung  $f$  des Schlittens  $e$  kann in fenkrechter oder schräger Lage eingestellt werden, so daß das Werkzeug (mit Hilfe von Schraubenspindel und Mutter) in vertikaler oder schräger Richtung gefchaltet werden kann. Das Unterteil  $g$  der Schlittenführung  $f$  ist selbst wieder ein Schlitten, der an dem Querbalken  $h$  zwecks wagerechter Verletzung des Werkzeugs gefchaltet werden kann. Der Querbalken  $h$  ist an den beiden Ständern  $k$  geführt, an denen er der Höhe des Arbeitsstücks entsprechend mit Hilfe von Schraubenspindel und Mutter von Hand oder bei größeren Hobelmaschinen mit mechanischem Antrieb eingestellt werden kann. Die Schaltung des Werkzeugs wurde früher wie die Umsteuerung durch den Tisch bewirkt. Neuere Hobelmaschinen leiten sie dagegen in der Regel (abweichend davon D.R.P. Nr. 129 390) von einer zum Antrieb des Tisches dienenden Welle unter Zwischenschaltung einer jeweils bei der Bewegungsumkehr selbsttätig sich ein- und ausrückenden Kupplung (im Gehäuse  $i$  verdeckt) ab [10], 6. Jahrg., S. 121, und D.R.P. Nr. 138 769. Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Hobelmaschinen verwendet man Werkzeuge mit mehreren Schneiden (D.R.P. Nr. 137 016) oder man benutzt den Rücklauf des Tisches ebenfalls für die Spanabnahme; diesem Zwecke dienen besondere Stahlhalterkonstruktionen (der Stahl wird z. B. um feine Längsachse gedreht oder er besitzt zwei Schneiden u. f. w.; vgl. D.R.P. Nr. 119 847, 135 968, 147 767, 149 667, 160 457). Hobelmaschinen mit sehr großer Breite haben auch an Stelle eines Tisches zwei, von denen nur einer oder beide zusammen arbeiten. Bisweilen findet man auch die Einrichtung zum Querhobeln, wobei der Werkzeugsupport am Querbalken hin und her bewegt wird. Der Tisch steht dabei still; diese Einrichtung gefaltet, ohne das Arbeitsstück umzufpannen, auch querliegende längere Flächen in ihrer Längsrichtung zu bearbeiten. — Die Führungen der gewöhnlichen Tischhobelmaschinen (Fig. 30) werden in der Regel als offene, und zwar mit flacher (Fig. 30) oder V-förmiger (Fig. 31) Bahn ausgeführt. Die ersteren, gebräuchlicheren, erfordern feitliche Nachstellvorrichtungen. Notwendig ist gute Schmierung, die in der Regel durch Rollen erfolgt, die in Vertiefungen der Führung federnd gelagert sind und wenig über die Bahn hervorfehen. — Ein Nachteil der Tischhobelmaschinen nach Fig. 30 besteht darin, daß man in der Breite der Arbeitsstücke beschränkt ist. Es gibt zwar Tischhobelmaschinen, bei denen der eine Ständer feitwärts hinausgerückt werden kann, um eine größere Hobelbreite zu gewinnen. Man läßt aber den einen Ständer auch ganz weg und erhält so die einfeitig offene

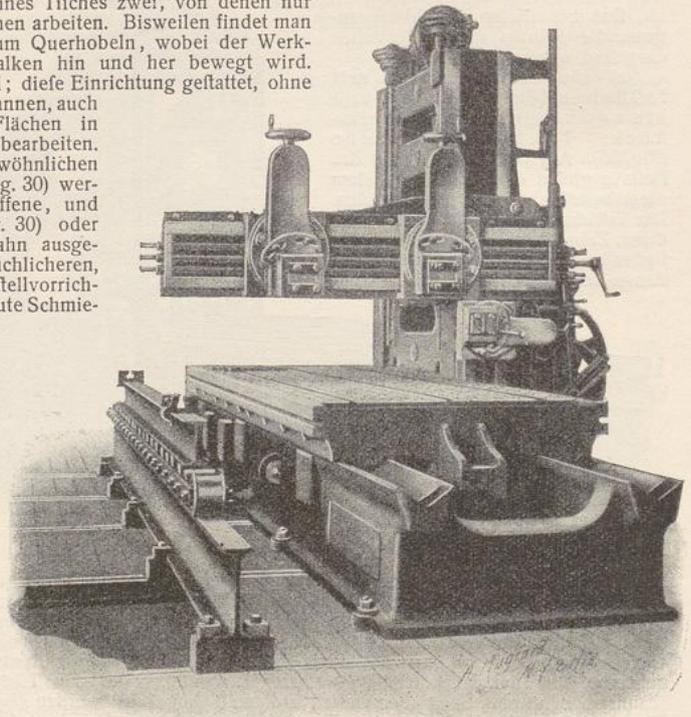


Fig. 31.

Tischhobelmaschine (Einfländer- oder Einpflasterhobelmaschine), zuerst konstruiert von H. Billéter, Afchersleben 1874 (Fig. 31, Detrick & Harvey, Baltimore). Die Figur zeigt gleichzeitig eine Rollenbahn zur Unterstützung für stark überhängende Arbeitsstücke. Oft wird die Einfländerhobelmaschine auch mit einem leicht entfernbarem Hilfsfländer versehen, so daß die Maschine als gewöhnliche oder einseitig offene benutzt werden kann. Die Tisch-

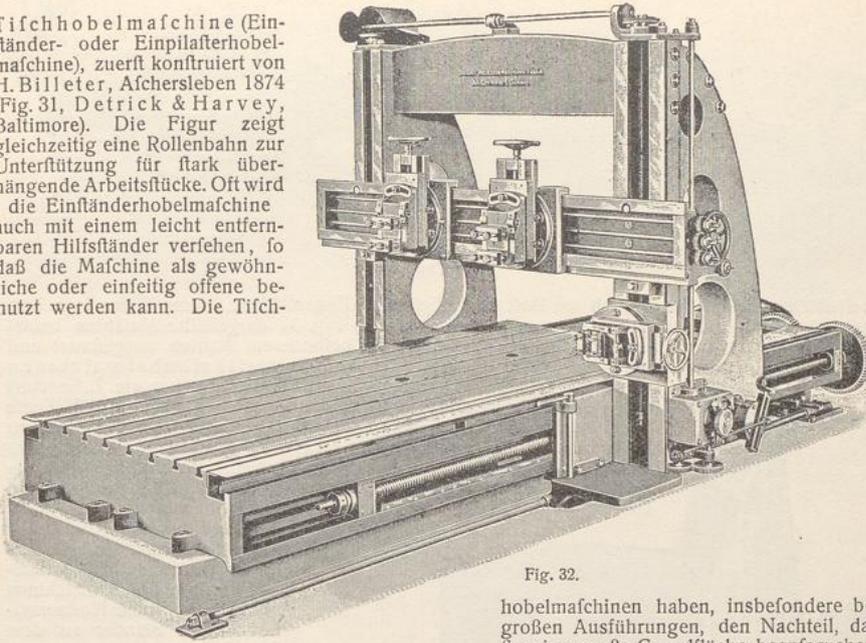


Fig. 32.

hobelmaschinen haben, insbesondere bei großen Ausführungen, den Nachteil, daß sie eine große Grundfläche beanspruchen, weil der größte Tischweg etwa gleich der doppelten Tischlänge ist; es erfordert ferner die Hin- und Herbewegung des Tisches samt dem darauf befindlichen Arbeitsstück bei großen Hobelmaschinen einen beträchtlichen Arbeitsaufwand; die Rücklaufgeschwindigkeit kann wegen der Massenkräfte nur eine beschränkt beschleunigte sein und Tisch und Bett müssen sehr kräftig gehalten werden, um Durchbiegungen zu vermeiden. Für die Bearbeitung sehr schwerer und langer Arbeitsstücke baut man daher

b) Hobelmaschinen mit festliegendem Arbeitsstück und hin und hergehendem Werkzeug. Die Bewegung des Werkzeugchlittens erfolgt bei allen Maschinen dieser Art mit Hilfe von Schraubenspindel und Mutter. Hobelmaschine mit festliegendem Tisch Fig. 32 (Ausführung der Berliner Werkzeugmaschinenfabrik vorm. L. Sentker), [11], Jahrg 1901, S. 1636. Der festliegende Tisch ist seitwärts mit Führungen versehen, in denen die beiden Ständer und der an ihnen befindliche Querbalken mit den Werkzeugträgern hin und her bewegt werden. Grubenhobelmaschine Fig. 33 (Sächsische Maschinenfabrik vorm. A. Hartmann, Chemnitz). Sie besteht im wesentlichen aus zwei langen Führungsbetten, auf denen der Querbalken mit den Werkzeugträgern sich bewegt. Das Arbeitsstück ruht in einer Grube auf Spannplatten, die in der Regel höher oder tiefer gelegt werden können, was aber mit großem Zeitaufwand verknüpft ist. Die Grubenhobelmaschinen werden insbesondere zur Bearbeitung von Panzerplatten, Maschinenrahmen u. dergl. verwendet. Seitenhobelmaschinen (Langhobelmaschinen) Fig. 34 (Berliner Werkzeugmaschinenfabrik vorm. L. Sentker). Das

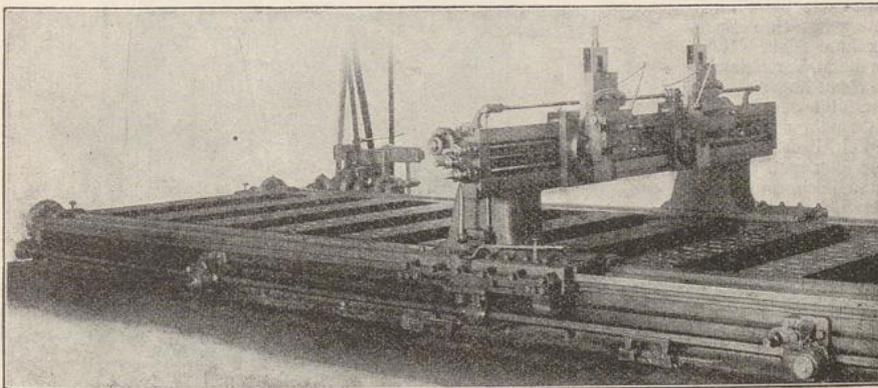


Fig. 33.

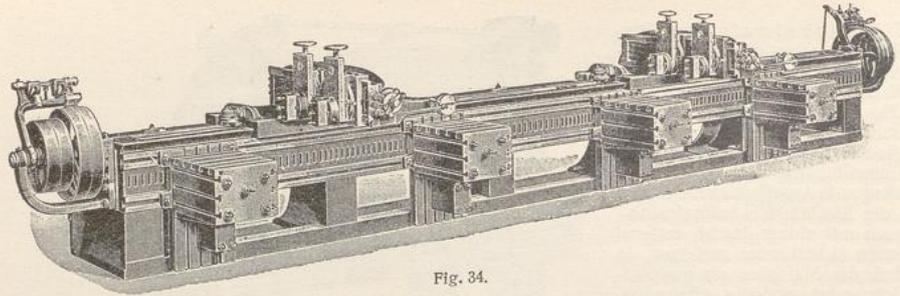


Fig. 34.

Arbeitsstück ruht auf den seitlich am Bett befindlichen Auffpanntischen, deren Höhenlage dem Arbeitsstück entsprechend verändert werden kann. Die in Fig. 34 dargestellte Maschine besitzt zwei Schlitten, die voneinander unabhängig arbeiten, mit besonderem Antrieb ausgestattet und bis zur Mitte des Betts verschiebbar sind. Vertikalhobelmaschinen Fig. 35 (Berliner Werkzeugmaschinenfabrik vorm. L. Sentker) und Vertikal- und Horizontalhobelmaschinen Fig. 36. Diese Maschinen dienen zum Bearbeiten großer Dampfzylinder, Grundplatten für Schiffszylinder und ähnlicher Gegenstände, die auf der Auffspannplatte befestigt werden. Beim Vertikalhobeln gleitet der Werkzeugfuport an einem senkrecht stehenden Führungsbalken auf und ab. Dieser Führungsbalken ruht bei der Vertikalhobelmaschine auf einem

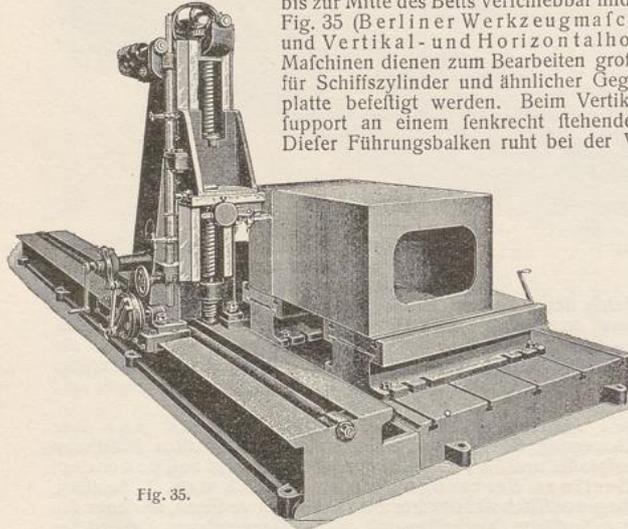


Fig. 35.

Bett, auf dem die Schaltbewegung stattfindet. In gleicher Weise werden auch Vertikal- und Horizontalhobelmaschinen gebaut, wobei beim Horizontalhobeln der Ständer auf dem Bett sich hin und her bewegt; bei der Horizontal- und Vertikalhobelmaschine Fig. 36 sind an aufrechten Ständern zwei kräftige Querbalken wagerecht angeordnet, an denen der vertikale Führungsbalken beim Horizontalhobeln hin und her gleitet. Blechkantenhobelmaschinen Fig. 37 und 38 zum Abhobeln der Kanten an Blechen für Dampfkeessel u. f. w. Die Befestigung der Platte erfolgt zwischen dem Auffspannbett und dem darüberliegenden, mit dem Bett durch zwei Seitenständer in Verbindung stehenden Spannbügel durch Spannschrauben oder hydraulisch. Der Werkzeugschlitten gleitet an Führungen am Bett (Fig. 37) oder am Spannbügel (Fig. 38) — letztere Anordnung, wenn die Maschine auch zum Durchtrennen der Blechtafeln dienen soll — hin und her. In der Regel findet sowohl beim Vorwärtsgang eine Spanabnahme statt. Wird nur beim Vorwärtsgang ein Span abgenommen, so erfolgt der Rücklauf mit erhöhter Geschwindigkeit. Den Seitenständern gibt man C-Form, damit Bleche und Platten von beliebiger Länge durch ein- oder mehrmaliges Fortrücken gehobelt werden können. Eine besondere Ausführung ist die Zweikantenhobelmaschine (Fig. 37), die im Winkel zur Hauptmaschine noch ein zweites, verstellbares,

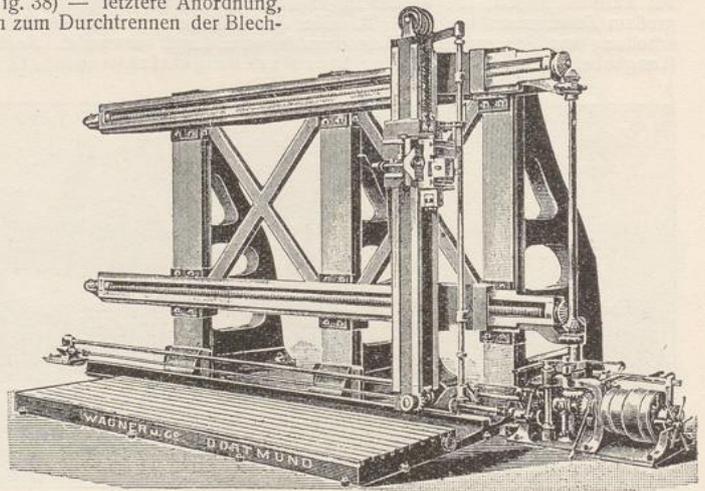


Fig. 36.

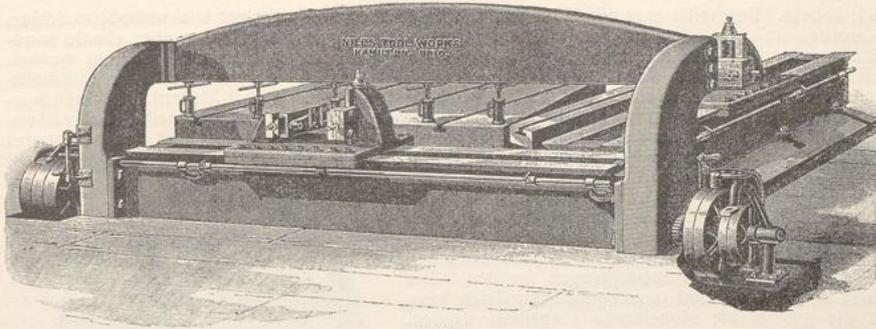


Fig. 37.

kürzeres Bett mit Support und besonderem Antrieb besitzt, so daß zwei ganz oder annähernd zueinander fenkrechte Kanten gleichzeitig gehobelt werden können.

c) Hobelmaschinen mit gleichzeitiger Hin- und Herbewegung von Arbeitsstück und Werkzeug. Schnellhobelmaschine von Billeter & Klunz, D.R.P. Nr. 146 076. Beim Arbeitsgang bewegen sich Tisch und Werkzeug gleichzeitig gegeneinander, beim Rücklauf voneinander; die Schnitt- und Rücklaufgeschwindigkeit ist gleich der Summe der einzelnen Geschwindigkeiten. Das Bett ist mit Führungen für den Tisch und für die beiden Seitenfländer versehen.

Zu den Hobelmaschinen rechnet man häufig auch noch die Feil-(Shaping-)Maschinen und die Stoßmaschinen. Charakteristisch für beide ist, daß die Schneide des Werkzeugs, das an einem Schlitten (Stößel) befestigt ist, über die Führungen des Schlittens hinausragt und daß die Schneide sich von den Führungen entfernt. Bei den Stoßmaschinen arbeitet das Werkzeug in fenkrechter, bei den Feilmaschinen in wagerechter Richtung (vgl. Stoßmaschinen).

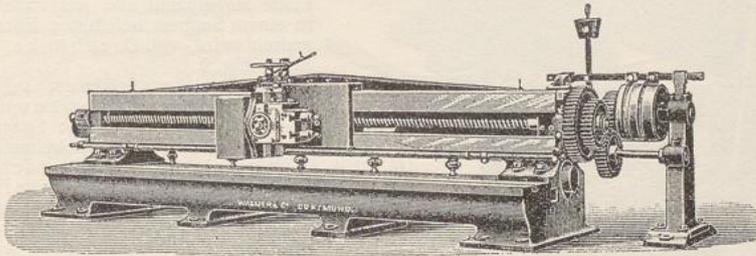


Fig. 38.

Hilfseinrichtungen und kombinierte Hobelmaschinen. Zur Vornahme von Rundhobelarbeiten und zum Riffeln von Walzen (s. Riffelmaschinen) werden die Tischhobelmaschinen bisweilen benutzt. Um Bohr- und Fräsarbeiten an einem Arbeitsstück, das auf der Hobelmaschine aufgepannt ist, vornehmen zu können, versehen man größere Hobelmaschinen mit einem Bohr- und Fräsupport, die entweder an dem Querbalken, an dem der Hobelstützpunkt sitzt, oder an einem auf der Rückseite der Ständer besonders angeordneten Querbalken angebracht werden. Es wird dadurch das zeitraubende Umspannen der schweren Arbeitsstücke vermieden.

Schnittgeschwindigkeiten in Millimeter/Sekunden: für Gußeisen 50–200, für Schmiedeeisen 70–250, für Stahl 50–150, für Hartguß 10–20, für Bronze 150–300; bei ausgiebiger künstlicher Kühlung findet man erheblich höhere Geschwindigkeiten, z. B. beim Hobeln von Flußeisen über 300. Schnelldrehfähle werden bis jetzt wenig benutzt, weil eine Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit bei den bisher gebauten Maschinen infolge der in der Regel vorhandenen Abhängigkeit der Arbeitsgeschwindigkeit von der Rücklaufgeschwindigkeit, die mit Rücksicht auf die Massenkräfte nicht weiter gesteigert werden kann, nicht möglich ist.

Bei Hobelmaschinen mit hoher Rücklaufgeschwindigkeit tritt der größte Kraftbedarf zu Beginn des Tischrücklaufs ein. Die Sächsische Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann in Chemnitz verwendet zur Unterstützung des Antriebs nach D.R.P. Nr. 127 998 eine Hilfs-umsteuerung. Während der Zeit des gewöhnlichen Kraftbedarfs wird Arbeit in einem Schwungrad aufgespeichert, das zu Beginn des Tischrücklaufs mit der Antriebswelle der Maschine gekuppelt ist und Arbeit an diese abgibt [10], 7. Jahrg., S. 449, und [11] 1903, S. 1057, 1544. Ueber den Kraftbedarf vgl. [10], 7. Jahrg., S. 188, und [11] 1900, S. 1244.

S. a. [1], [3], [5]–[8], [10]–[12], [14].

### C. Holzhobelmaschinen.

Die Arbeiten, zu denen die Holzhobelmaschinen dienen und nach welchen sie näher bezeichnet werden, sind folgende: 1. Abrichten, d. h. windchiefe, verzogene Hölzer mit einer ebenen Fläche versehen. 2. Dickenhobeln (Dickehobeln), d. h. ein Brett an allen Stellen gleich

dick hobeln. Bearbeitet man windschiefe oder verzogene Bretter auf einer Dickthobelmachine, so werden sie von dieser auf beiden Seiten glatt und rein gehobelt, bleiben aber ebenso windschief wie vorher; sollen sie eben sein, so müssen sie zuvor auf einer Seite abgerichtet werden. 3. Fügen, d. h. ein Brett an den schmalen Seiten eben hobeln. 4. Nuten, d. h. mit schmalen Messern eine Nut einhobeln. 5. Federn, d. h. Bretter, Stäbe u. f. w. mit Messern, die einen Ausschnitt besitzen, so bearbeiten, daß eine vor springende Leiste (Feder) stehen bleibt. 6. Kehlen, d. h. Stäbe u. f. w. mit profilierten Messern so bearbeiten, daß ihr Querschnitt ein bestimmtes Profil zeigt. Entsprechend der oben gegebenen Einteilung kann man unterscheiden:

a) Holzhobelmachine mit festliegendem Hobeisen. Eine solche zeigt Fig. 39. Sie dient zum Hobeln schmaler dünner Bretchen, die durch die Zuführwalze *a* an dem aus der Tischfläche herausragenden Hobeisen, das in dem ausziehbaren Messerkasten *b* ruht, vorübergezogen werden. Die Walze *a* ist mit Gummi überzogen. Der Tisch kann auf die gewünschte Hobelstärke eingestellt werden. Die Hobelgeschwindigkeit beträgt etwa 50 m in der Minute. — Zu den Holzhobelmachines werden bis-

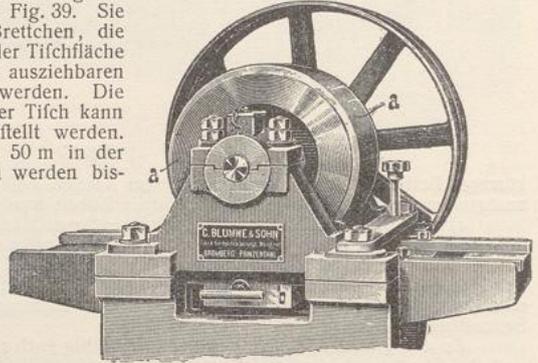


Fig. 39.

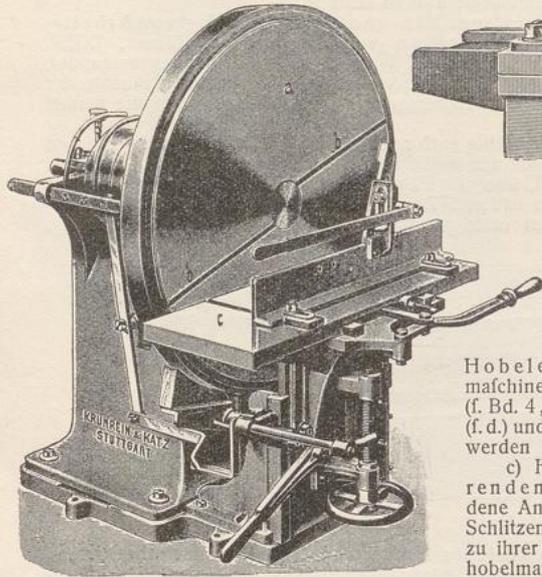


Fig. 40.

weilen auch Drehbänke mit Planscheiben gerechnet, auf denen die zu bearbeitende Platte aufgespannt und mit Hilfe eines in einem Support befestigten Eisens abgedreht wird, vgl. Drehbänke, Bd. 3, S. 61, Fig. 9.

b) Hobelmachines mit geradlinig hin und her bewegtem Hobeisen. Hierher gehören die Spanhobelmachines, eine Art der Furnierhobelmachines (f. Bd. 4, S. 213), die Holzwohlmachines (f. d.) und einige andre. Für das eigentliche Hobeln werden Machines dieses Systems nicht gebaut.

c) Holzhobelmachines mit rotierenden Messern. Es gibt hier zwei verschiedene Anordnungen:  $\alpha$ . Die Hobelmesser sind in Schlitzern einer Scheibe befestigt, die sich um eine zu ihrer Ebene senkrechte Achse dreht (Scheibenhobelmachine).  $\beta$ . Die Hobelmesser befinden sich am Umfang einer Welle (Hobelmachines mit Messerwellen). Das Hobeln besitzt also bei diesen Machines Aehnlichkeit mit dem Fräsen (f. Bd. 4, S. 147 ff.).

$\alpha$ . Scheibenhobelmachines. Ihre Einrichtung geht aus Fig. 40 hervor. Die Scheibe *a* trägt die Messer *bb*. Das abzuhebende Arbeitsstück wird auf den Tisch *c* aufgedrückt und der Tisch gegen die Scheibe bewegt; der Tisch ist in der Höhe verstellbar. Die Maschine wird auch mit einer zweiten Messerscheibe auf der andern Seite des Vorgeleges gebaut. Zum Hobeln großer Tafeln und Platten werden die Scheibenhobelmachines mit einem Laufftisch versehen, auf dem an einem Aufspannrahmen die Tafeln befestigt und an der Messerscheibe vorbeigezogen werden. An die Stelle langer Messer treten dann kürzere in der Nähe des Scheibenrandes. Der Durchmesser der Messerscheiben beträgt 500—1800 mm. Die Scheibenhobelmachine ohne Laufftisch findet besonders zum Abrichten und Fügen kurzer Hölzer Verwendung.

Nur selten hat man Machines gebaut, bei denen die Messer an horizontalen Armen sitzen, die am freien Ende einer senkrechten Welle sich befinden und unter denen ein Tisch mit dem darauf befestigten Holz verschoben wird.

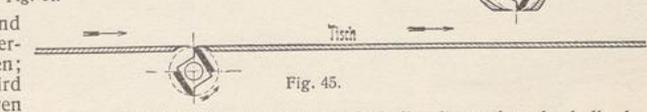
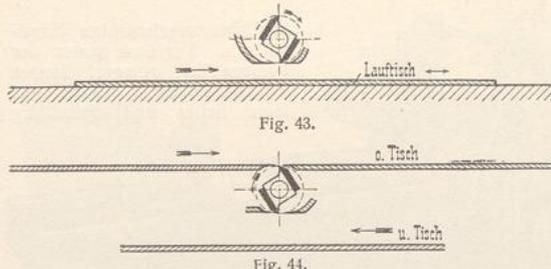


Fig. 41.



Fig. 42.

$\beta$ . Hobelmachines mit Messerwellen. Diese werden in folgenden Anordnungen ausgeführt: 1. Fig. 41 zweiteiliger Tisch, Messerwelle unterhalb des Tisches angeordnet, zum Abrichten und Fügen (Abricht- und Fügmaschinen). Beim Abrichten muß die Tischhälfte, auf



tisch), zum Abrichten und Kehlen. 4. Fig. 44 Messerwelle zwischen zwei Tischen; auf dem oberen Tisch wird abgerichtet, auf dem unteren auf Dicke gehobelt. 5. Fig. 45 zwei Messerwellen, die eine unterhalb, die andre oberhalb des Tisches zum Dickehobeln in einem Durchgang, wobei der linke Messerkopf abrichtet, der rechte auf Dicke hobelt. — Die Holzhobelmaschinen mit Messerwellen sind häufig so eingerichtet, daß an Stelle von Messern mit gerader Schneide folche zum Nuten, Federn und Kehlen eingesetzt werden können. Um ein Arbeitsstück in einem Durchgang gleichzeitig auf mehreren Seiten zu bearbeiten, werden die Maschinen auch noch mit senkrechten Messerwellen ausgestattet. Es entstehen so die dreiseitigen Hobelmaschinen mit einer horizontalen und zwei vertikalen Messerwellen, die z. B. dazu dienen, in einem Durchgang Bretter, Parkethölzer u. f. w. auf der oberen Seite glatt zu hobeln und seitlich mit Nut und Feder zu versehen; ferner die vierseitigen Hobelmaschinen mit einer unteren und einer oberen und zwei seitlichen Messerwellen, mit welchen Bretter in einem Durchgang auf allen vier Seiten bearbeitet werden. Es gibt auch Holzhobelmaschinen, die nur zwei vertikale Messerwellen haben, welche hauptsächlich zum Nuten und Federn von Parketten in einem Durchgang dienen. Die weiteren Abbildungen 46—52 zeigen die Ansicht von Hobelmaschinen mit horizontalen Messerwellen in den oben erwähnten Anordnungen 1—5 entsprechend den schematischen Figuren 41—45. Fig. 46 stellt eine Abrichthobel- und Fügmaschine (Anordnung nach Fig. 41) dar; die beiden Tischhälften sind horizontal und vertikal einstellbar und mit Stahlzungen versehen, um die Oeffnung für das Hobelmesser auf ein möglichst geringes Maß zu beschränken. Ueber dem Messerkopf befindet sich eine Schutzvorrichtung. Diese Maschine wird häufig auch mit Einrichtung zum Kehlen, Abplatten von Türfüllungen und mit Bohr- und Langlochbohrereinrichtung versehen.

die das Arbeitsstück nach der Bearbeitung zu liegen kommt, in gleicher Höhe mit den Messerschneiden fein. 2. Fig. 42 Messerwelle oberhalb des Tisches; zum Dickehobeln. Für das Abhobeln sehr dünner Hölzer ist nur diese Anordnung brauchbar. 3. Fig. 43, Messerwelle oberhalb des Tisches, der in Führungen verschiebbar ist (Lauf-



Fig. 46.

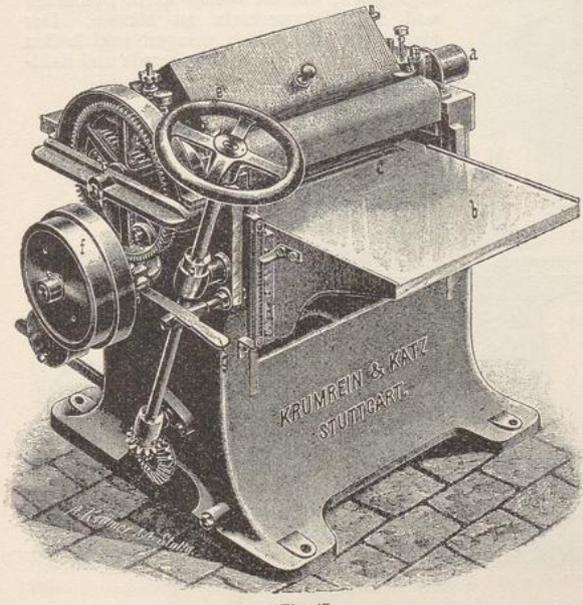


Fig. 47.

Fig. 47 zeigt eine Walzenhobel- oder Dickenhobelmaschine (Anordnung nach Fig. 42). Das Gestell dieser Maschine ist meist aus einem Stück gegossen, mit breiten Lagern versehen, in welchen die Messerwelle *a* läuft. Im Gestell bewegt sich in Prismaführungen der Tisch *b*, welcher zur Erzielung eines wirklichen Einzugs der Hölzer mit Tischwalzen *c* versehen ist. Vorn an der

Maschine befindet sich eine Skala *d* zum genauen Einstellen des Tisches mittels des seitlich an dem Ständer der

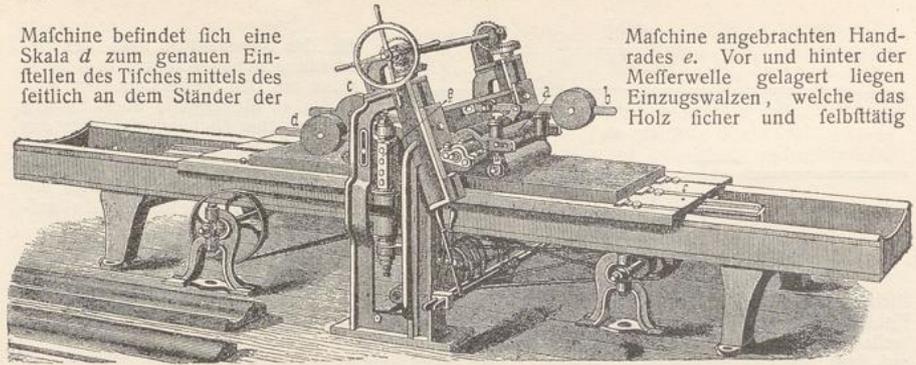


Fig. 48.

Maschine angebrachten Handrades *e*. Vor und hinter der Messerwelle gelagert liegen Einzugswalzen, welche das Holz sicher und selbsttätig

durch die Maschine führen. Der Antrieb für die Messerwelle befindet sich links, derjenige für den Einzug rechts der Maschine. Der Einzug ist durch eine Stufenscheibe *f* meist für zwei Geschwindigkeiten eingerichtet und kann durch einen besonderen Absteller *g* jederzeit sofort außer Tätigkeit gesetzt werden. Sämtliche Räder, Wellen und Einzugswalzen dieser Maschine werden durch Schutzgehäuse verdeckt, um eine völlig gefahrlose Bedienung der Maschine zu ermöglichen.

Fig. 48 stellt eine Abrichthobel- und Kehlmaschine mit Lauftisch (Anordnung nach Fig. 43) dar. Die Maschinen gestatten das vollständig glatte Abrichten aller Hölzer und die Herstellung völlig gerader Kehlleisten. Die Maschine besteht aus zwei Seitenständern, zwischen welchen die Messerwelle *a* in breiter Lagerung ruht, die durch Handrad in der Höhe auf die Dicke der zu hobelnden Hölzer einstellbar ist. Auf einem zwischen den Ständern ruhenden eisernen Bett bewegt sich der Tisch mit Hilfe von Zahnflangen und Zahnrädern. Vor und hinter der Messerwelle befinden sich durch Gewichte *b, c, d* belastete Aufdrücke, welche das Holz auf dem Tisch niederhalten. Die Maschine kann auch mit einer vertikalen Messerwelle *e* versehen werden, welche teils zum Kehlen, teils dazu dient, um eine Partie Bretter, aufeinander gelegt, auf einen Durchgang zu fügen. Der Tisch *f* läuft mit beschleunigtem Lauf selbsttätig zurück.

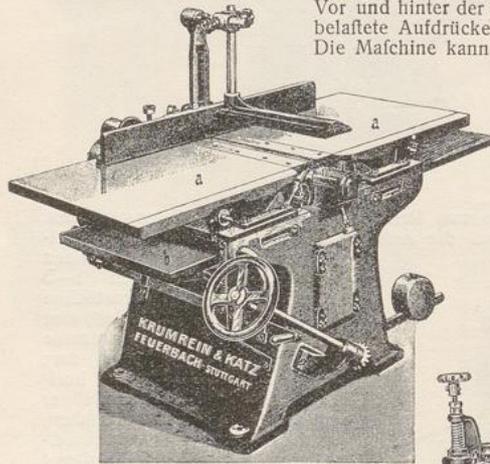


Fig. 50.

messer aufnehmen zu können. Durch das vordere, leicht abnehmbare Lager *a* ist einer Erschütterung der Messerwelle vorgebeugt. Der vor ihr befindliche Spanbrecher *b* dient gleichzeitig als Schutzkappe, während hinter ihr ein mittels Spiralfeder stellbarer und mit Gegenprofil versehener Aufdruck *c* angebracht ist. Spanbrecher wie Aufdruckbalken lassen sich, der Ausladung der Kehlmesser entsprechend, auseinander rücken oder möglichst nahe an die Messerwelle

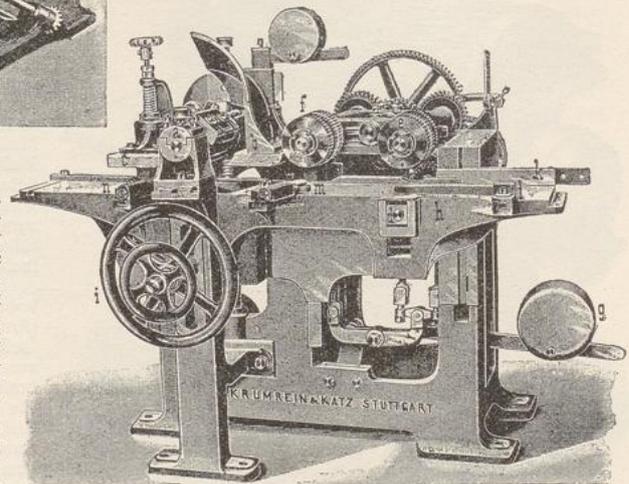


Fig. 49.

In Fig. 49 ist eine Hobel- und Kehlmaschine (Anordnung nach Fig. 44) dargestellt. Die Maschine ist zur Massenherstellung von Kehlstäben bestimmt. Die Messerwelle ist gut zugänglich, um die Messer leicht nachsehen und rasch auswechseln zu können. Der Messerkopf ist dreifach gelagert und besitzt vier Nuten, um gleichzeitig gerade und Kehl-

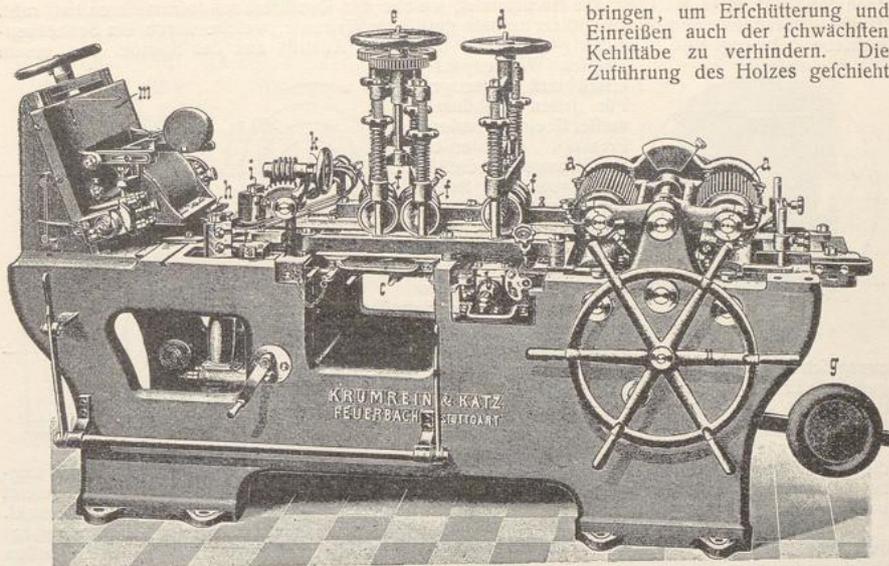


Fig. 51.

bringen, um Erschütterung und Einreißen auch der schwächsten Kehlfläbe zu verhindern. Die Zuführung des Holzes geschieht durch zwei oben und zwei unten im Tisch befindliche, mittels Zahnrädern angetriebene Einzugsrollen *d, e, f*. Die oberen Walzen *f* sind gezahnt und mit Gewichten *g* belastet. Der in nachstellbaren Prismaführungen bewegliche Tisch *h* läßt sich mittels Zahnrädern und Spindelgetriebe *i* der Dicke der Hölzer entsprechend hoch und nieder stellen. Auf dem Tisch der Maschine sind der verstellbare Anschlag *k*, die Druckfeder *l* und Andruckrollen *m, n* angebracht, welche dazu dienen, die Hölzer genau durch die Maschine zu führen.

Die Fig. 50 stellt eine Abricht-, Füg-, Kehl- und Walzenhobelmaschine (Anordnung nach Fig. 44) dar. Die Maschine dient zum Abrichten, Fügen u. f. w. und gleichzeitig zum Dickenhobeln. Auf dem oberen Tisch *a* wird das Holz von Hand zugeführt, während beim Dickenhobeln die Zuführung auf dem unteren Tisch *b* selbsttätig mit Walzen erfolgt. Die Messerwelle ist festgelagert, die beiden oberen Tischhälften und der untere Tisch sind verstellbar.

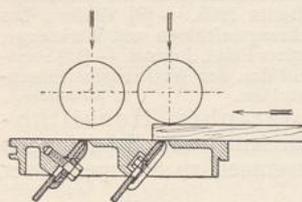


Fig. 52.

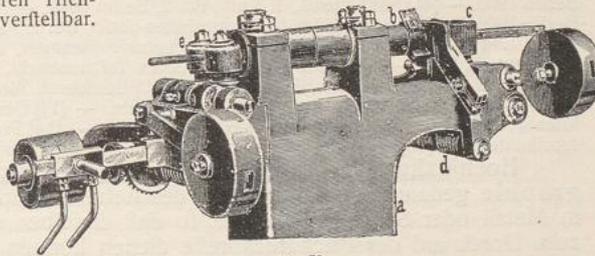


Fig. 53.

Die Fig. 51 zeigt eine vierseitige Hobel- und Kehlmaschine (Anordnung nach Fig. 45). Die Zuführung erfolgt durch Zuführwalzenpaare *aa*, die durch das Gewicht *g* belastet sind. Die untere Messerwelle *b* ruht in einem auswechselbaren Rahmen und kann in der Höhe verstellbar werden, um die Spanstärke zu regulieren. Nach dem Verlassen der ersten Messerwelle gleitet das Holz über zwei schräg liegende verstellbare Hobelmesser *c* (Putzmesser) Fig. 52, die in dem ausziehbaren Putzmesserkasten angeordnet sind und den Zweck haben, eine möglichst glatte Fläche des gehobelten Arbeitsstücks zu erzeugen. Ueber der unteren Messerwelle und den Putzmessern befindet sich je eine Druckvorrichtung *d, e*, aus federnd gelagerten Rollen *f* bestehend. Die seitlichen Messerwellen *h* und *i* sind horizontal verstellbar; zwischen ihnen befindet sich eine durch Handrad *k* verstellbare Federdruckvorrichtung, um das Arbeitsstück sicher zu führen. Die obere Messerwelle *l* sitzt in einem schrägen Schlitten *m* und kann nach Skala eingestellt werden. Zum Einstellen der oberen Einzugsrollen *aa* dient das Handrad *n*. Die Zuführungsgeschwindigkeit ist eine vierfach veränderliche und beträgt bei großen Maschinen bis zu 35 m in der Minute.

Von Hobelmaschinen für spezielle Zwecke ist die Rundflabhobelmaschine zu erwähnen. Sie dient zur Herstellung der Rundfläbe zu Rouleauxflangen, Blumenfläben, Spazier- und Schirmflöcken, Zeltfläben u. f. w. Sie wird für Handzuführung und mit selbsttätigem Einzug gebaut. Eine Rundflabhobelmaschine mit selbsttätigem Einzug stellt Fig. 53 dar; sie besteht aus einem

Hohlgußgestell *a*, in welchem die Hohlspindel, welche den Rundfräskopf aufzunehmen hat, ruht. Diefem Fräskopf *b* werden die Hölzer mittels geriffelter Walzen *c*, welche durch ein Schneckengetriebe *d* bewegt sind, selbsttätig zugeführt und beim Austritt aus der Spindel von einem

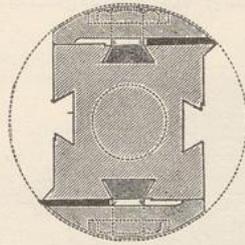


Fig. 55.

zweiten Walzenpaar *e* erfaßt und abgezogen. Für jeden Stabdurchmesser ist ein besonderer Fräskopf erforderlich. Die Einzugs- und die Abführungswalzen stellen sich für jede Stärke selbsttätig genau zentrisch ein, es brauchen also die Abführungswalzen nicht für jeden wechselnden Stabdurchmesser ausgewechselt zu werden. Zur Verarbeitung gelangt beliebig kantig zugeschnittenes Holz. Einzugsgeschwindigkeit 4—6 m. Der Rundfräskopf ist in Fig. 54 dargestellt. Er besitzt zwei Messer *m*<sub>1</sub> und *m*<sub>2</sub>, von denen das schräg liegende *m*<sub>1</sub> zum Wegnehmen der Stabkanten und *m*<sub>2</sub> zum eigentlichen Rundhobeln dient.

Schnittwiderstand bei Holzhobelmaschinen. Bezeichnet *v* die Zufchiebungs-, *u* die Schnittgeschwindigkeit in Metern, *q* den Querschnitt der hinwegzuräumenden Schicht in Millimetern, so kann der Schnittwiderstand in Kilogramm gesetzt werden:  $P = Kqv : u$ , worin *K* einen Koeffizienten bezeichnet, der zwischen 0,8 bis 1,5 schwankt.

Die Schnittgeschwindigkeit ist bei den Holzhobelmaschinen sehr hoch, sie beträgt durchschnittlich zwischen 20—30 m in der Sekunde, steigt aber selbst bis zu 65 m. Diese großen Geschwindigkeiten machen sorgfältiges Ablehnen der Werkzeuge und Wellen notwendig. Ferner ist auf eine vorzügliche Lagerung und genügende Schmierung der Messerwellen zu achten. In der Regel werden bei neuern Hobelmaschinen Ringschmierlager angewendet.

Die Messerbefestigung erfolgt mit Hilfe von Schrauben, vgl. Fig. 2, bei dünnen Messern unter Verwendung einer Deckplatte (Fig. 55). Neuerdings macht man den Messerkopf an den beiden Seiten, wo keine Messer sich befinden, gleichfalls gewölbt, weil dann etwaige Verletzungen an den Händen viel unbedeutender werden (vgl. Unfallverhütung).

S. a. [1], [2], [4], [8]—[12], [15].

Literatur: [1] Karmarsch-Fischer, Handbuch der mechan. Technologie, Leipzig 1888—89; Hoyer, E. v., Lehrbuch der mechan. Technologie, Bd. 1, Wiesbaden 1906; Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik, 2. Aufl., 3. Abt., 1. Hälfte, Braunschweig 1896; Kick, Fr., Vorlesungen über mechan. Technologie, Leipzig und Wien 1898. — [2] Exner-Pfaff, Holzbearbeitung, Bd. 3, Weimar 1883. — [3] Fischer, H., Die Werkzeugmaschinen, 2. Aufl., Bd. 1, Berlin 1905. — [4] Derf., ebend., 1. Aufl., Bd. 2, Berlin 1901. — [5] Hülle, Die Werkzeugmaschinen, Berlin 1906. — [6] Richard, Traité des machines-outils, Bd. 1, Paris 1895. — [7] Ruppert, Fr., Aufgaben und Fortschritte des deutschen Werkzeugmaschinenbaus, Sonderabdruck aus der Zeitchr. d. Ver. deutsch. Ing. — [8] „Hütte“, des Ingenieurs Taschenbuch, Berlin 1905. — [9] Vautier, Les machines à bois américaines, Paris 1896. — [10] Zeitchr. f. Werkzeugmaschinen und Werkzeuge, Berlin. — [11] Zeitchr. d. Ver. deutsch. Ing., Berlin. — [12] Dingers Polyt. Journal. — [13] Preislisten der Werkzeugfabrikanten und Werkzeughändler. — [14] Preislisten der Werkzeugmaschinenfabrikanten. — [15] Preislisten der Holzbearbeitungsmaschinenfabriken.

A. Widmaier.

**Hochätzkunst** (auch Akrographie, Ektypographie, Hochlithographie genannt) stellt vermittelt des Aetzens Schriftzeichen oder Zeichnungen in Metall oder Stein erhaben her, so daß dieselben eventuell zu Stempeln oder zum Druck auf der Buchdruckpresse dienen können.

Die Hochätzkunst ist schon in früheren Jahrhunderten geübt worden bei Ausschmückung von Waffen, Gefäßen u. f. w.; ihre Anwendung zur Herstellung von druckbaren Platten datiert jedoch erst aus dem 18. Jahrhundert, wo Du Fay in Paris die ersten Versuche damit angestellt hat. Senefelder, der Erfinder der Lithographie, und nach ihm André in Offenbach, stellten Hochätzungen im lithographischen Stein her, um dieselben gleichzeitig mit Buchdrucktypen drucken zu können, ein Verfahren, das wenig Ausbreitung gefunden hat; für die Buchdruckerei gewann die Hochätzkunst erst Bedeutung, als es Gillot in Paris gelungen war, die von ihm Panikonographie genannte Erfindung der Hochätzung in Zink — sie wird jetzt nach ihm allgemein Gillotage genannt — zur Vollendung für den Druck auf der Buchdruckpresse zu bringen. — Außer Zink benutzt man Kupfer- und Messingplatten, die sämtlich klar und gut poliert sein müssen; auf sie überträgt man das auf Umdruckpapier hergestellte Original oder benutzt dazu Ueberdruck vom lithographischen Stein, von Kupfer- oder Stahlstichplatten, die alsdann in gewöhnlicher Weise hochgeätzt werden; auch lassen sich Zeichnungen direkt in Fettfarbe auf diesen Platten herstellen und ätzen. Die Photographie und der Gummihautpantograph werden namentlich dann zu Hilfe gezogen, wenn es sich um Vergrößerungen oder Verkleinerungen handelt; im ersteren Falle bezeichnet man das Verfahren auch bei Wiedergabe von Schriftstücken als Phototypie; doch gehören zur Hochätzkunst mehr oder weniger die Mehrzahl der photomechanischen Verfahren wie Autotypie, Chemotypie, Zinkographie u. f. w.; vgl. Aetzen.

F. M. Eder.

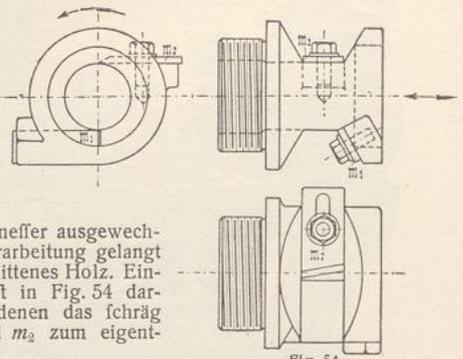


Fig. 54.

**Hochbahnen**, f. Schwebbahnen.

**Hochbahnkran**, f. Krane für Maffentransport.

**Hochbau** (Hochbauten), allgemeine Bezeichnung für Bauten, deren Hauptteile über Straßenhöhe liegen und vorzugsweise zu dem Gebiete des Architekten gehören.

Ueber die formelle Behandlung der speziellen Entwürfe zu Hochbauten und deren Veranfechtung vgl. den preußischen Ministerialerlaß vom 1. Oktober 1888. *Weinbrenner.*

**Hochbehälter** (Hochreservoir) im allgemeinen jeder künstlich hergestellte, unbewegliche Aufbewahrungsraum für Wasser oder andre Flüssigkeiten in solcher Höhenlage, daß letztere unter natürlichem Druck zur Verteilung gelangen können. Im besonderen aber versteht man darunter die bei Wasserverförgungen üblichen tunlichst in nächster Nähe, wenn möglich in Mitte der Verförgungsobjekte aufzustellenden Sammelbehälter, welche als Ausgleichsmittel zwischen regelmäßigen oder unregelmäßigen Zuflüssen und den — fast ohne Ausnahme unregelmäßigen — Entnahmen eintreten.

**Fassungsvermögen.** Die größten derartigen Behälter sind erforderlich, wenn es sich um die Ausgleichungen für lange Perioden (z. B. Jahrzehnte) handelt und die Zuflüsse in jenen Zeiten ausbleiben, in welchen die größten Entnahmen stattfinden. Dementsprechende Reservoirs nennt man Sammelteiche bzw. Staufen (f. Stauanlagen), wenn die oft Hunderte von Millionen Kubikmeter betragenden Wasseransammlungen durch Talperren (Staumauer oder Staudämme, quer über das Tal erbaut) geschaffen werden müssen. Natürliche Reservoirs dieser Art sind die großen Binnenseen. Die kleinsten Ausgleichbehälter findet man häufig in Speichern, Wassertürmen, über Traggerüsten (f. Feldreservoir) u. f. w. aufgestellt mit Inhalten bis zu Bruchteilen eines Kubikmeters. Zwischen diesen Extremen liegen in größter Mannigfaltigkeit in bezug auf Fassungsvermögen die Reservoiranlagen für gewöhnliche städtische Wasserverförgungen, welche in der Regel nur die Ausgleichung innerhalb der 24 Stunden eines Tages zu befögen haben.

Selbstverständlich kann ein Reservoir nur dann seine obengeseilderte Aufgabe erfüllen, wenn nach Ablauf eines bestimmten Zeitraumes  $Z$  die Summen aller Zuflüsse gleich der Summe aller Entnahmen plus dem im Reservoir ursprünglich vorhandenen Inhalt  $a+k$  weniger dem in demselben verbleibenden Inhalt  $k$  ist. Teilt man den Zeitraum  $Z$  in kleinere Intervalle 1, 2, 3 . . .  $n$ , ist ferner  $q_1$  der Zufluß,  $v_1$  der Verbrauch während des Intervalles 1, so wird am Ende des letzteren in das Reservoir ein (positiver oder negativer) Zuwachs  $q_1 - v_1$  gelangt sein. Im zweiten Intervall ist der Zuwachs  $q_2 - v_2$ , also im ganzen bis zum Ende des zweiten Intervalles  $q_1 + q_2 - (v_1 + v_2)$  u. f. w. Soll nun jederzeit mindestens ein Vorrat von  $k$  Kubikmeter im Reservoir vorhanden sein, so bedingt dies die Beziehungen:

$$k \leq q_1 - v_1, k \leq (q_1 + q_2) - (v_1 + v_2), \dots k \leq (q_1 + q_2 + \dots + q_n) - (v_1 + v_2 + \dots + v_n).$$

Sind die Gleichungen nicht erfüllt bzw. ergeben sich negative Werte auf der rechten Seite und ist deren größter:  $(q_1 + q_2 + \dots + q_n) - (v_1 + v_2 + \dots + v_n) = -a$ , so muß man überall auf der rechten Seite  $a+k$  addieren, um die gestellte Bedingung zu erfüllen. Dann werden die Werte:  $(a+k+q_1) - v_1, (a+k+q_1+q_2) - (v_1+v_2), \dots (a+k+q_1+q_2+\dots+q_n) - (v_1+v_2+\dots+v_n)$  alle positiv. Der größte derselben gibt den nötigen Minimalinhalt des Reservoirs an, während der erste Wert zeigt, daß bei Beginn des Betriebes mindestens  $a+k$  Kubikmeter Wasser vorhanden sein müssen. — Würde man den Betrieb nicht mit dem ersten, sondern z. B. mit dem vierten Intervall beginnen, so würde die Reihe der Gleichungen:  $q_4 - v_4, (q_4 + q_5) - (v_4 + v_5)$  u. f. w., und es würde sich ein andres  $a$  herausstellen. Mit Probieren kann man also den günstigsten bzw. den ungünstigsten Betriebsanfang ermitteln. — Die verhältnismäßig kleinsten Reservoirinhalte sind bei künstlicher Wasserhebung möglich, wenn eine größere Anzahl von Maschinen bzw. der Wechsel in der Umdrehungszahl weniger Maschinen es gestattet, den Zulauf zum Reservoir in den Zeiten stärksten Verbrauchs innerhalb weiter Grenzen zu steigern, also Zulauf und Verbrauch zeitlich in nahezu gleicher Größe zu halten. Dabei ist selbstverständlich auch von Wichtigkeit, etwaige Unterbrechungen des Zulaufs zu den Stunden des geringsten Verbrauches (nachts) eintreten zu lassen. Berechnungen für solche Fälle f. [5], S. 735 ff.

Hat man das notwendige minimale Fassungsvermögen eines Hochbehälters festgestellt, so ist zu überlegen, ob nicht besondere Rückfichten (auf Feuersgefahr, Betriebsunterbrechungen bei künstlicher Wasserhebung, lange Zuleitungen bei Gravitationsverförgung u. f. w.) eine weitere Vermehrung des Inhaltes geraten erscheinen lassen. Die bei deutschen Wasserverförgungen üblichen Minimalinhalte der Hochreservoirs gibt [1], jene bei französischen [2], S. 277, bei englischen [3], bei amerikanischen [4]. Weiteres und umfassende Literaturangaben in [5].

**Höhenlage des Wasserspiegels in den Hochbehältern.** Der tiefste Spiegelstand muß noch eine Wasserverteilung unter natürlichem Druck im Verförgungsobjekte bzw. für die höchsten Ausläufe des Wassers im letzteren zulassen; der höchste Spiegel liegt in der Regel mindestens 2,5–3 m und äußerstenfalls 10–12 m über dem tiefsten. Innerhalb dieser Grenzen richtet sich die Wahl nach dem Kostenminimum für den Bau des Behälters. Muß der letztere auf Substruktion gestellt werden, so ist das größere, bei den in die Erde eingelassenen Reservoirs das kleinere Maß anzunehmen. Im übrigen wird die notwendige Spiegelhöhe beeinflusst von der Situation des Reservoirs; liegt das letztere vor dem Verteilungsnetze, so ist eine höhere Spiegellage bedingt als wenn es hinter demselben liegt. Sind mehrere Reservoirs vorhanden,

so müssen die Spiegellagen unter Rückficht auf die gegenseitige Unterfützung, welche sich die einzelnen Behälter am Tage des größten Verbrauchs gewähren sollen, festgesetzt werden. Näheres hierüber in [5], S. 738 ff.

Hinsichtlich der baulichen Anlage unterscheidet man Sammelteiche (f. Stauanlagen), Zisternen (f. d.), unmittelbar auf oder in gewachsenem Boden erbaute und auf Subfraktion gestellte Hochbehälter. In einzelnen Fällen dienen auch lange Zuleitungskanäle für das Wasser als Reservoir. Ist die Gründung im gewachsenen Boden möglich, so wird die Herstellung eines Hochbehälters bei gleichem Fassungsvermögen stets erheblich billiger als bei Aufstellung auf Subfraktion. Die Ausführung des Baues erfolgt bei den zur Wasserverforgung dienenden Reservoirien am besten in Mauerwerk oder Beton; doch ist bei den auf Subfraktion gestellten Bauten die Verwendung von Eisen manchmal unvermeidlich. Ist das notwendige Wasserfassungsvermögen gering, so wird in der Regel das in allen feinen Teilen von außen zugänglich anzulegende Reservoir in einer, bei großem Inhalte dagegen in zwei Abteilungen erbaut, letzteres in der Absicht, um bei erforderlichen Reinigungen und Reparaturen wenigstens die Hälfte des aufgenommenen Wassers zur Verfügung zu haben. Um den Spiegel in bezug auf Ansteigen an eine gewisse Grenze zu binden, ist entweder eine Ueberlaufvorrichtung oder ein selbsttätiger Abschluß der Wasserzuführung [6] erforderlich; zur Entleerung dient ein mit Schieber versehener Leerlauf. Gegen Temperatureinflüsse schützt man die Hochbehälter durch Erdüberdeckung oder (wenn dieselben auf Subfraktion stehen) durch Umhüllung mit schlechten Wärmeleitern; manchmal werden auch Heizvorrichtungen eingerichtet, um ein Einfrieren zu verhindern oder zum Zwecke der Erhaltung höherer Temperaturen (bei Thermalwasserbehältern). Entlüftungen sind ebenfalls unerlässlich, Wasserdrichtigkeit erstes Erfordernis. In manchen Fällen sind Wassermeßvorrichtungen angezeigt; unter allen Umständen Wasserstandszeiger. Im übrigen richtet sich die Disposition hauptsächlich danach, ob das Reservoir vor oder hinter dem Rohrnetze steht.

Steht das in Erde vertetzte Reservoir vor dem Rohrnetze, so wird es auch als Durchgangsreservoir bezeichnet. Der Zulauf (Fig. 1) ist bei Z; im unmittelbar darauffolgenden Raume kann bei Bedürfnis die Meßvorrichtung vorgefhen werden. Das Wasser tritt sodann in die Kammer M, von welcher aus die Einlaufleitungen E in die beiden Reservoirabteilungen und die Umlaufleitung L abgehen, letztere für den Fall, daß das Reservoir ganz ausgeschaltet werden muß. Jede der Abteilungen I und II hat besondere Ablaufleitungen A, die sich mit der Umlaufleitung L vereinigen und in der Verteilungsleitung V fortsetzen. Der Ueberlauf U wird in der Regel in der Trennungsmauer zwischen I und II angebracht, durch ein Rohr in die Vorkammer S geführt und mit der Entleerungsleitung G vereinigt. Die in Fig. 1 eingetragenen Querfrische bedeuten Abperrschieber zur beliebigen Regulierung von Einlauf, Ablauf und Leerlauf. Steht das Reservoir hinter dem Rohrnetze (Endreservoir,

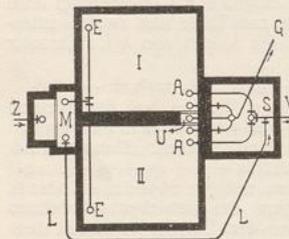


Fig. 1. Durchgangsreservoir.

Gegenreservoir), so kommen die Umlaufleitung L, die Vorkammer M, die Zuleitung Z und die Einläufe E in Wegfall. Das Wasser strömt jetzt (Fig. 2) durch dieselben Leitungen A in das Reservoir ein, durch welche es dann, wenn die Preßung in der Verteilungsleitung V sinkt, wieder zurückfließt. In diesem Falle empfängt also das Reservoir Wasser, d. h. die Verteilungsleitung V wird zur Zuleitung, wenn dem Verteilungsnetze mehr Wasser zufließt, als das Verforgungsobjekt braucht; im umgekehrten Falle wird Wasser abgegeben. In der Regel pflegt

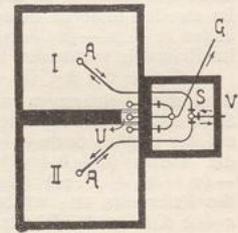


Fig. 2. Gegenreservoir.

man dann an der Stelle S, an welcher die Verzweigungen beginnen, ein Standrohr einzufalten mit Ueberlauf, was den normalen Betrieb auch dann gestattet, wenn beide Wasserkammern des Reservoirs außer Tätigkeit sind. — Ganz in ähnlicher Weise müssen die Vorrichtungen zu den gleichen Zwecken bei Reservoirien auf Subfraktion disponiert werden.

Die einfachen gemauerten Reservoirie, welche im gewachsenen Boden fundamntiert werden können, erhalten in der Regel rechteckige oder kreisförmige Grundriffe. Der Sohle gibt man, je nach der darüber befindlichen Wasserhöhe, 40–60 cm Stärke und stellt sie am besten in Beton mit wasserdichtem Verputze her; eine wenn auch geringe Neigung derselben gegen den Leerlauf (Grundablaß) ist Bedingung. Die Umfassungswände werden den auf sie kommenden Beanspruchungen entsprechend gestaltet. Ist der Behälter in Felsen eingesprenzt, so genügt eine einfache Verkleidung des letzteren mit wasserdichtem Putz; liegt er in standfähigem Boden, der die Wasserpreßung und eventuell den von der Ueberwölbung herrührenden Horizontalschub mit gleichem Gegendrucke erwidert (Fig. 3), so hat man bei Bestimmung der Mauerstärke lediglich darauf zu achten, daß die der Summe aller Vertikalpreßungen in der Lamelle von der Tiefe = 1 entsprechende Resultante P auf keiner Stelle der Fundamentsohle eine ein bestimmtes Maß überschreitende spezifische Preßung erzeugt und ihr Angriffspunkt innerhalb des Kerns (f. d.) der Figur liegt, damit keine Zugspannung im Mauerwerk auftrete. Ist der Boden nicht standfähig, so ergibt sich die Resultante aller Kräfte, die auf die Wand von der Tiefe = 1 wirken, nach Fig. 4, wenn der Gewölbenschub S, der Wasserdruck W, der Erddruck E und das Mauergewicht P zusammengesetzt werden; sie hat nach Lage und Größe denselben Bedingungen wie vorhin zu genügen. Das gleiche gilt für eine freistehende Umfassungsmauer im Sinne der Fig. 5, hierbei fällt aber der Erddruck weg und die notwendige Stärke wird demgemäß wesentlich größer. In nicht standfähigem Boden werden die Gewölbe der

Reservoirs bereits an der Sohle begonnen und bilden dann, wie Fig. 6 zeigt, zugleich die Einfassungen. Die Bestimmung der Stärken dieser Gewölbe erfolgt nach dem in Bd. 4, S. 510, angegebenen graphischen Verfahren. Diese Anordnung trifft man besonders häufig und mit Vorteil verwendet bei Hochreservoirs aus Beton. Bei letzterem Material sind auch kleine Zugspannungen

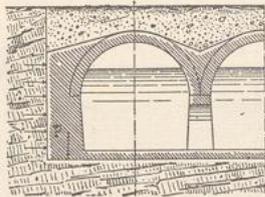


Fig. 3. Reservoir in standfähigem Boden.

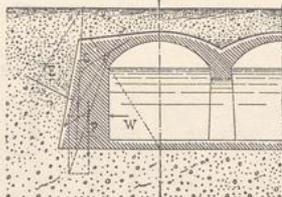


Fig. 4. Reservoir in nicht standfähigem Boden.

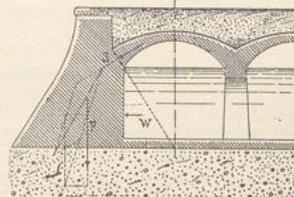


Fig. 5. Reservoir über Terrain.

zulässig, so daß das Verbleiben der Stützlinie im Kerne der Figur kein unbedingtes Erfordernis ist. Noch weniger wird dies bei den im Sinne von Fig 7 da und dort angewendeten halbkugelförmigen Reservoirs in Monierkonstruktion verlangt, die deshalb mit relativ sehr dünnen Seitenwänden hergestellt werden können, aber gegen den Auftrieb durch Verankerung mit der Betonsohle gesichert werden müssen.

Die einfachen Reservoirs werden fast ohne Ausnahme überwölbt, wobei selbstverständlich bei großen Anlagen die Gewölbestützen in den Wasserraum hereinreichen, bei rechteckigem Grundrisse der Behälter in der Regel in Form von durchbrochenen Wandungen. Haben die Behälter eine kreisförmige Grundfläche von bedeutender Ausdehnung, so erhalten sie zweckmäßig durch Säulen abgestützte Monierdecken.

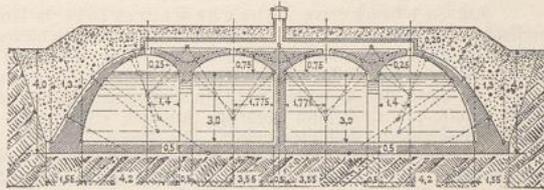


Fig. 6. Betonwasserreservoir in Reichenbach i. V.

Reservoirs in Betoneisenkonstruktion werden in neuester Zeit wohl am häufigsten gebaut, weil sie sehr billig sind und man — seit eine Reihe von Ausführungen zu Bedenken keinen Anlaß gab — keine Vorurteile mehr gegen sie hat.

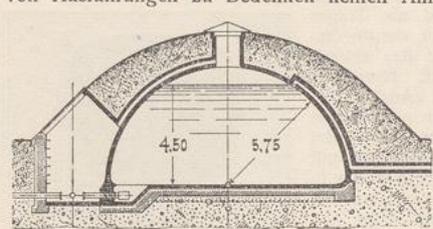


Fig. 7. Halbkugelförmiges Monierreservoir.

Diese Reservoirs erhalten in der Regel ganz flache, durch Unterzüge und Säulen gehaltene Decken und haben im vertikalen Sinne konstanten Wasserquerschnitt. Die gewöhnliche Anordnung zeigt Fig. 8 (Ausführung von Wayß & Freytag, Neustadt a. H.). Die sich sehr einfach gestaltende Berechnung der Decken, Unterzüge und Säulen ist in Bd. I, S 739 ff., gezeigt, worauf wir verweisen. Bei allen solchen Anlagen ist in erster Linie darauf zu sehen, daß die Decke genügend drainiert wird, damit kein Sickerwasser lange darüber stehen bleibt; andernfalls dringt das Wasser in die Decke ein, spült den Kalk aus

dem Beton aus und verursacht damit eine allmählich zunehmende Verschlechterung des letzteren. Dann sind selbstverständlich alle Voraussetzungen der Theorie hinsichtlich Zusammenhang von Beton und Eisen hinfällig.

Doppelte oder dreifache übereinander liegende Reservoirs in Mauerwerk sind an einigen Orten (Paris, Rom) bei beschränktem Raume für die Grundrißentwicklung oder in Ausnutzung der Mauern

des untersten Behälters als Substruktion für jene der darüberliegenden, höhere Spiegellagen bedingenden, erbaut worden. Wir verweisen auf die Abbildungen und Beschreibungen derartiger Bauwerke in [7]. Während die ganz im Boden liegenden Behälter eine ziemlich gleichmäßige Temperatur halten, also dadurch schädliche Bewegungen im Mauerwerke hindern, ist dies natürlich bei den freistehenden, mehrere Stockwerke umfassenden Reservoirs nicht erreichbar. Deshalb erfordern letztere nicht nur äußerst solide Herstellung in nur ganz vorzüglichen Baumaterialien, sondern auch große Unterhaltungskosten und besondere Maßnahmen, welche die Reparaturen

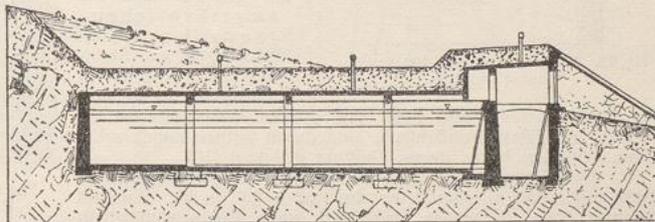


Fig. 8. Hochreservoir am Wolfsberg in Pforzheim.

Lueger, Lexikon der gesamten Technik. 2. Aufl. V.

erleichtern. Um die Wafferdichtigkeit genaueftens überwachen zu können, ift es geboten, den ganzen Bau zu unterkellern und für den Abzug des etwa von oben in diefe Unterkellernungen dringenden Waffers zu forgen. Einen wefentlichen Fortfchritt in bezug auf die Wafferdichtigkeit erreicht man übrigens durch Anwendung von Monierüberzügen für Sohle und Seitenwände derartiger übereinander liegender Baffins, die kleine, durch Temperaturveränderungen bedingte Bewegungen mitmachen, ohne zu reißen.

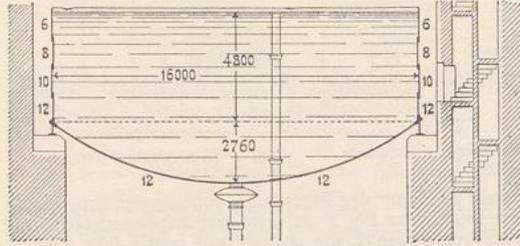


Fig. 9. Schmiedeeiserner Wasserbehälter in Halle a. S.

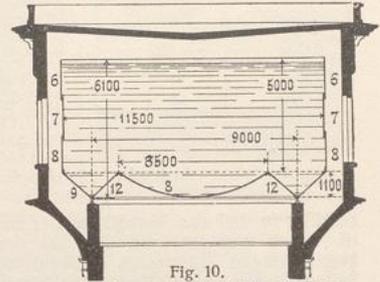


Fig. 10. Schmiedeeiserner Wasserbehälter in Düren.

Auf Substruktion stehende Reservoirs in Holz, Gußeisen und Schmiedeeisen sind vielfach ausgeführt und gut bewährt. Hölzerne Behälter, nach Art der Fässer konstruiert, manchmal auch in parallelepipedischer Form, werden nur als Provisorien hergestellt. Bei den Konstruktionen aus Gußeisen werden einzelne Ringe auch in Muffenverbindung übereinander gesetzt [8] oder der Behälter wird in Segmente zerlegt und zusammengeschraubt. Sind die Wasserinhalte klein, so sind derartige Anlagen vorteilhaft. Bei größeren Wasserinhalten eignen sich schmiedeeiserne Behälter besser. Die ältere, übrigens bewährte (französische) Konstruktion mit durchhängendem Kugelboden, entsprechend Fig. 9, wurde lange Zeit verdrängt durch die Konstruktion Intze (D.R.P. Nr. 23 187 und 24 951), welche Zugspannungen im Auflager ring vermeidet. Fig. 10 stellt den nach System Intze gebauten Behälter in Düren dar. Die in beiden Figuren eingeschriebenen Maße sind Millimeter und geben die außen seitlich befindlichen die Blechstärken an. Neuerdings werden die Behälter vielfach mit Halbkugelböden versehen (D.R.P. Nr. 107 890 und 117 351) nach Bauart Klönne Fig. 11 und 12. In Fig. 11 ift der zylindrische Teil der Behälterwand als Träger ausgebildet, der die Gewichte auf das eiserne Standgerüst überträgt; in Fig. 12 (Ausführung über einem gemauerten Wasserturm) befindet sich das Auflager mit dem Halbkugelboden in der denkbar einfachsten Verbindung. Eine Anleitung zur Berechnung der nötigen Stärken gibt [9]. Der Einwand, daß in schmiedeeisernen Reservoirs die Qualität des Waffers Not leide, ift ungerechtfertigt. Hier gehören auch die amerikanischen Standröhren mit Wandungen aus Stahlblech; sie werden in

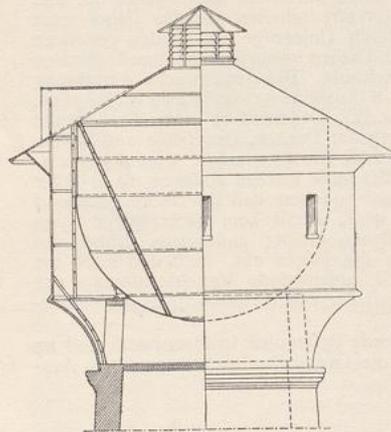


Fig. 12. Wasserbehälter von 100 cbm im Bahnhof Detmold.

auf große Höhen, also auch mit großen Wasserinhalten errichtet, in gutem Fundamente und durch seitlich angebrachte Taue verankert bzw. gegen Umsturz gesichert [10].

Reichliche Literaturangaben und Zeichnungen ausgeführter gemauerter und eiserner Reservoirs finden sich in [5]. Bemerkenswert ist hier, daß, da weder Mauerwerk noch Beton wafferdicht sind, alle gemauerten bzw. Betonreservoirs im Innern mit einem guten Verputz aus Portlandzementmörtel, der nicht unter 2,5–3 cm Stärke haben sollte, versehen werden müssen. Zu beachten ist, daß dort, wo die Umfassungsmauern sehr porös sind, der Verputz häufig Not leidet, weil dann unvermeidlich Schwitzwasser nach außen dringt und — besonders wenn das Wasser weich und kohlenstoffhaltig ist — den Kalk im Zementmörtel des Verputzes auflöst. Man beobachtet an allen derartigen Wasserbehältern im Laufe der Zeit ein „Weichwerden“ des Ver-



Fig. 11. Klönne-Behälter, Zeche „Minister Stein“, Dortmund.

putzes; es ist deshalb größte Vorsicht geboten. Eiserne Reservoirs sind mit Oelfarbe zu streichen. Zugänglich gemacht werden die Wasserbehälter entweder durch Steigeisen oder durch Leitern bzw. Treppen.

Die Baukosten der Hochbehälter hängen wesentlich von der Situation derselben, d. h. davon ab, ob bequeme Zufahrten zur Baustelle vorhanden sind oder nicht. In der Regel bezieht man für generelle Voranschläge den Herstellungspreis auf den Kubikmeter aufgespeicherten Wassers; er wird kleiner bei großen Reservoirs und umgekehrt. Sofern in einfacher Weise gebaut wird, insbesondere mit Weglassung der bei solchen Werken höchst überflüssigen fogenannten architektonischen Ausstattung, kann man für große Behälter in Mauerwerk oder Beton (mehr als 1000 cbm) 35–50 *M.* pro Kubikmeter Wasserinhalt rechnen; kleinere kosten ca. 40–60 *M.*, einschließlich aller Installationen u. f. w., ausschließlich Grunderwerb. Die Kosten eiserner Behälter sind an sich nicht sehr groß; die ganze Anlage wird aber verteuert durch die Substruktion (den Wasserturm). Die Preise schwanken zwischen 50 und 200 *M.*, je nach Höhe und fogenannter architektonischer Ausstattung des Unterbaues.

Literatur: [1] Thiem, A., Anlage und Betriebsergebnisse deutscher Wasserwerke, Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorg. 1884, Bd. 27, S. 416 ff. — [2] Bechmann, G., Salubrité urbaine, distributions d'eau etc., Paris 1888. — [3] Hastings, C. W., Water-works Statistics, London (alljährlich ersch.). — [4] Baker, M. N., The Manual of American Water-works, New York 1892. — [5] Lueger, O., Die Wasserversorgung der Städte, Darmstadt 1895, S. 734 ff. — [6] Ehmman, v., Die Versorgung der wasserarmen Alb, Stuttgart (o. J.), Blatt V der Tafeln. — [7] Spataro, D., Igiene delle abitazioni, Milano 1894, Bd. 3, 3. Teil. — [8] Gerstner, E., Das Großherzogliche Hofwasserwerk in Karlsruhe, Karlsruhe 1871. — [9] Forchheimer, Ph., Die Berechnung ebener und gekrümmter Behälterböden, Berlin 1894. — [10] Hazlehurst, J. N., Towers and Tanks for Water-Works, New York 1901.

**Hochbehälter** (für Sammelkörper), sind in Holz, Eisen oder Stein bzw. in Beton (Hennebique [1] u. f. w.) ausgeführte, zur Lagerung von Kohle, Koks, Afche, Sand, Getreide, Zement, Mehl u. dergl. bestimmte (Vorrats-) Bunker. Vgl. a. Haufenlager und Tafchen sowie Gasfabrik, Kesselhäuser, Lokomotivbekohlungsanlage, Masttransport und [2].

Diese Hochbehälter dienen zur Lokomotiv- oder Wagenbeschickung (Fig. 1), [3] — vgl. a. Haufenlager, Fig. 1 — [4], oder sie werden über den Kesseln in Krafthäusern (Fig. 2) [5] und über den Retorten in Gasanstalten (Fig. 3) [6] wie auch zur Lagerung und bequemen Verteilung für Städte-

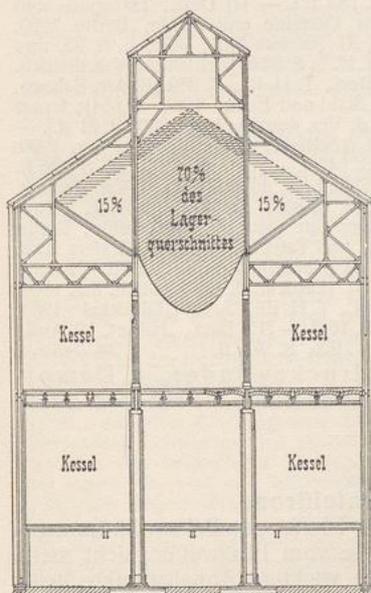


Fig. 2. Kesselhaus mit Berquitt Bunkern.

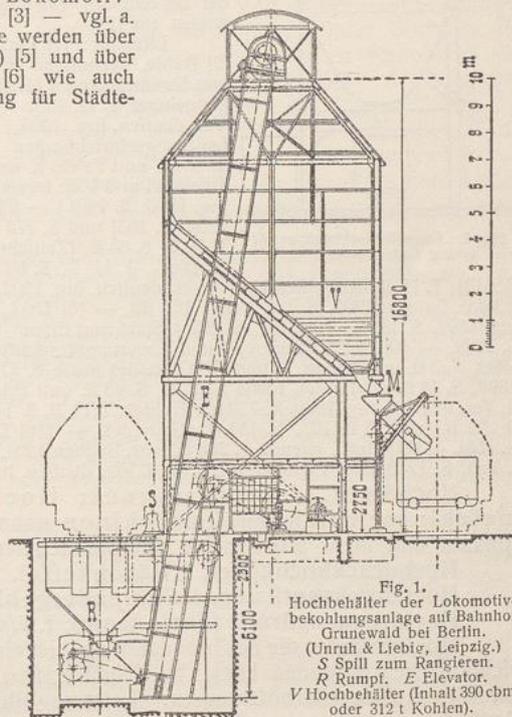


Fig. 1. Hochbehälter der Lokomotiv-bekohlungsanlage auf Bahnhof Grünwald bei Berlin. (Unruh & Liebig, Leipzig.)  
S Spill zum Rangieren.  
R Rumpf. E Elevator.  
V Hochbehälter (Inhalt 390 cbm oder 312 t Kohlen).  
M Maßgefäße der Schurre (0,5 bzw. 1 t).

versorgung u. dergl. (Füllung durch Hochgleise [Fig. 4], Konveyor (f. d.) — Fig. 3 links — u. f. w., f. a. Haufenlager; Verteilung in Straßenhöhe — Fig. 3 und 4 —) [7] angelegt. Vgl. ferner Tafchen für Schiffsbeladung u. dergl. [8].

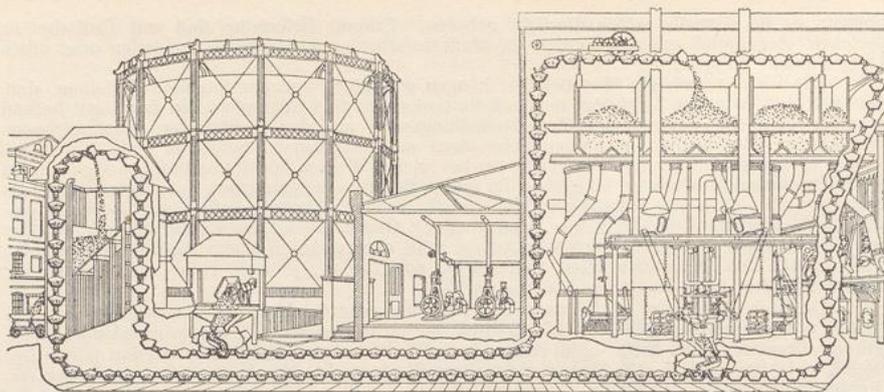


Fig. 3. Gasanfallt in Milwaukee (Hunt-Konveyor).

Hinsichtlich der Form der Hochbehälter seien unterschieden: 1. Prismen oder Zellen (vgl. a. Silospeicher [9]), 2. Tafchen (f. d. und Fig. 1 [8]), 3. Zylinder, und zwar a) als große Einzelbehälter [10] oder b) zu mehreren nebeneinander [11], 4. Mulden, z. B. nach Berquift (Fig. 2 und 4). Ein Vergleich

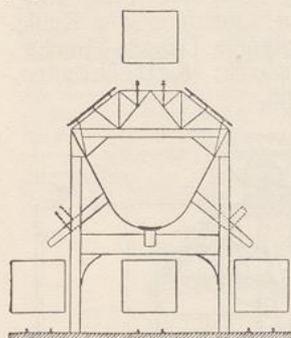


Fig. 4. Berquift-Hochbehälter für großes Fassungsvermögen.

der letztgenannten Arten (3b und 4) ergibt, daß ein Berquift-Hochbehälter mit 314 t Aufnahmefähigkeit rund 27 t Eisenkonstruktion benötigt, während fünf zylindrische Behälter für den gleichen Zweck, Ort u. f. w. von zusammen 209 t Lagerraum rund 37 t Eisenkonstruktion erforderten; das bedeutet bei einer Ersparnis von etwa 10 t oder 27% an Material zugleich eine um 105 t größere Lagerfähigkeit bzw. ein Mehr von 50%. Bezüglich der Berechnung von Hochbehältern für Sammelkörper sei verwiesen auf [12].

Literatur: [1] Linse, „Stahl und Eisen“ 1903, S. 317 ff. — [2] Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern), III. Teil, Berlin 1906, S. 320. — [Abgekürzt T. H. III.]. — [3] Derf., T. H. III., S. 101 [Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 783 ff.]. — [4] Derf., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 68 ff., und Tafeln X und XI [Glasers Ann., 1898, II, S. 92, und Tafeln VI und VII]; ferner T. H. I., S. 57 ff. [Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 74 ff.]. — [5] Derf., T. H. III., S. 289 [Elektr. Bahnen, 1904, S. 163] und S. 272 [„Stahl und Eisen“ 1906, S. 854]; ferner T. H. I., S. 65 ff. [Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 81 ff.]. — [6] Derf., T. H. I., S. 80 ff. [Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 513]; T. H. II., S. 49 [Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1472]. — [7] Derf., T. H. III., S. 286 ff. [Elektr. Bahnen 1904, S. 162 bzw. 143 ff.]. — [8] Derf., T. H. I., S. 46 [Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1358]; T. H. III., S. 272 [„Stahl und Eisen“ 1906, S. 855]; „Hütte“, 19. Aufl., I. Teil, S. 1239. — [9] Derf., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 3 ff. und Tafeln III und IV (Getreide) sowie S. 47 ff. und Tafel VII (Kohlen) [Glasers Ann. 1899, S. 18 ff. (Getreide), sowie 1898, II, S. 65 ff. und Tafel III (Kohle)]; T. H. I., S. 86 ff. [Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 730 ff.] (Kohle); T. H. II, S. 145 ff. [Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 221 ff.] und T. H. III., S. 184 ff. (Getreide). — [10] Derf., T. H. III., S. 93 [„Glückauf“ 1905, S. 158]. — [11] Derf., ebend., S. 288 [Elektr. Bahnen 1904, S. 162]. — [12] Derf., „Hütte“, 19. Aufl., I. Teil, S. 1270, und Pleißner, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 976 ff. M. Buhle.

**Hochdruck**, f. Blindendruck; Hochdruckzylinder, f. Dampfmaschinen; Hochdruckmaschinen nannte man früher die mit ca. 5 Atmosphären und mehr arbeitenden Dampfmaschinen.

**Hochdruckkochkessel**, f. Bäckkessel.

**Hochdruckventilator**, f. Schleudergebläse.

**Hochfrequenzstrom** (Teslastrom), f. Wechselstrom.

**Hochgestade**, die das Inundationsgebiet eines Flusses parallel zur Strömungsrichtung begrenzenden Ufer, bei Flußterrassen die vom Flußwasser nicht mehr erreichten alten Uferböschungen. Letztere bilden wichtige Anhaltspunkte beim Auffuchen von Grundwasser.

**Hochglanzbronzen**, f. Bronzefarben.

**Hochheimerweiß**, f. Kreide.

**Hochkante** (hohe Kante), die schmale Seite bei Balken- oder Bauholz, Brettern, Backsteinen u. dergl.

**Hochkantig** heißt der auf die schmale Seite gestellte oder gelegte Gegenstand.  
**Hochmoor**, zum Unterschied von Niedermoor, diejenige Moorbildung, welche infolge ihrer Entstehung in mineralarmem Wasser beinahe ausschließlich aus organischen Stoffen zusammengesetzt ist und nur sehr geringen Gehalt an Mineralsubstanz aufweist. Dasselbe liefert beim Abbau meist gute Ausbeute an Brenn- und Streumaterial (Torfstreu) und wird auch landwirtschaftlich mit gutem Erfolge ausgenutzt; s. Moorkultur.

Drach.

**Hochofen** (Hochofengebläse, -schlacken u. f. w.), s. Roheisen.

**Hochofenaufzug**, s. Gichtaufzug und Schrägaufzug.

**Hochofenschlackenpflaster**, s. Straßenbau.

**Hochrelief**, s. Haut-relief.

**Hochschrotung**, ein Schrotungsprozeß der Hochmüllerei, bei dem das Getreide nur wenig angegriffen wird. Produkt Hochschrot; vgl. Mehlfabrikation.

**Hochspannungsleitungen**, s. Leitungen, elektrische.

**Hochsprungmaschine**, s. Weberei.

**Hochstraßen** folgen dem Zuge der Wasserscheiden oder ziehen sich in ihrer Nähe hin. Sie kommen nur für das Flachland oder für flaches Hügelland in Frage und sind in ihrer Anlage und Unterhaltung billiger als die Talstraßen (s. d.). S. a. Straßenbau und Trace, Tracierung. *L. v. Willmann.*

**Hochstrates Verfahren** der Luftseparation, s. Windseparation.

**Hochtenne**, s. Scheunen.

**Hochwasser**, das Anschwellen eines Flusses zu außergewöhnlicher Höhe bzw. zu abnormal großer Wassermenge. Ursache des Anschwellens sind starke, insbesondere lange dauernde Regenfälle oder Schneeschmelzen in Verbindung mit Regenfällen oder besondere Ereignisse, wie Bruch von Mauern und Dämmen an Stauweihern, Teichen u. f. w. Regelmäßig im Frühjahr oder Sommer (in den Alpen) eintretende Schneeschmelzen und Gletscherschmelzen veranlassen die jährlich zu bestimmten Zeiten wiederkehrenden Hochwasser der Gebirgsflüsse in unserm Klima. Auch in andern Klimaten treten die Regenfälle zu bestimmten Zeiten mit bestimmter Dauer und damit auch die Hochwasser regelmäßig auf; im gemäßigten Klima aber ist — abgesehen von den erwähnten Frühjahrs- und Sommerhochwassern — der Zeitpunkt für das Eintreten starker und anhaltender Regenfälle und damit der Hochwasser meistens nicht vorauszu sehen.

Die durch Pegelmessungen festzustellende Erhebung des Wasserpiegels an irgend einer Stelle des Flußlaufes nennt man den Wasserstand, aus welchem sich sodann dort, wo regelmäßige Beobachtungen und Messungen vorgenommen werden, die Wassermenge ohne weiteres aus Tabellen u. f. w. annähernd feststellen läßt. Wo dies nicht der Fall ist, muß die Hochwassermenge aus den Verhältnissen des Einzugsgebietes geschätzt werden. Man unterscheidet gewöhnliche Hochwasser, welche fast alljährlich mehr oder minder regelmäßig eintreten, und außergewöhnliche, größte oder Katastrophenhochwasser, die selten vorkommen (vgl. Wasserstände). Beim Steigen des Hochwassers ist das Spiegelgefälle und somit auch die Wassermenge etwas größer, beim Fallen etwas kleiner als bei gleichem Wasserstande des Beharrungszustandes. Vom Quellengebiet bis zum Unterlaufe erscheint das Hochwasser im Verhältnis zum Nieder- oder Mittelwasser nach und nach kleiner. Der Scheitel der Hochwasserwelle (die Kulmination des Hochwassers) schreitet gewöhnlich langsamer abwärts als die sonstige Strömung und wird zugleich niedriger.

Die Bestimmung der Hochwassermengen, welche durch beliebige Stellen eines Flußlaufes gehen, aus dem Einzugsgebiete und den Verhältnissen in demselben durch Rechnung ist mit sehr großen Schwierigkeiten verknüpft. Der einfachste Fall ist jener, bei welchem ein Wasserlauf das von beidseitigen Hängen herkommende Wasser aufnimmt und weiterführt. Beginnt der Regen, so wird eine bestimmte Zeit vergehen, bis die an den Wasserscheiden der Hänge gefallenen Regentropfen in den Wasserlauf gelangen; erst wenn dies geschehen ist, bildet sich im letzteren die eigentliche Anschwellung. Sie geht vom höchsten Punkte des Wasserlaufes aus und erst dann, wenn ein am höchsten Punkte vorhandener Wassertropfen durch eine tiefer gelegene Flußstelle durchgeht, geht auch die größte Flutwelle an der gedachten Stelle durch. Es muß also zuerst der maximale Seitenzufluß eingetreten sein, ehe sich die höchste Flut von oben nach unten entwickeln kann.

Liegt die Stelle *M* (Fig. 1), an welcher die Hochflut bestimmt werden soll, so, daß die Zeit, welche vergeht, bis der am obersten Ende in der Entfernung *L* von *M* gefallene Wassertropfen durch *M* abzieht, größer ist, als die Zeit, welche für den Beharrungszustand in der von den breitesten Hängen gelieferten maximalen Flut erforderlich wird, so kann man die nachfolgenden Betrachtungen für das Anschwellen und Abtschwellen der eigentlichen Hochflut gelten lassen.

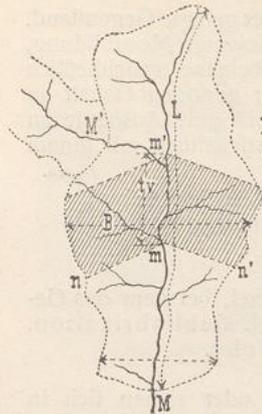


Fig. 1.

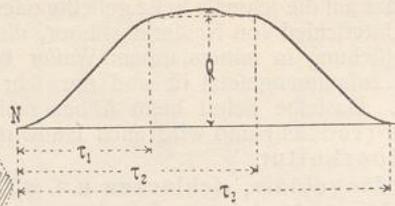


Fig. 2.

zur gleichen Zeit mögliche größte Regengebiet gefetzt werden.  $L$  (vgl. Fig. 1) sei die Länge des Abflußweges für den von  $M$  entferntesten Regentropfen und  $v$  die zugehörige mittlere Abflußgeschwindigkeit;  $q$  = mittlere pro Sekunde auf die Flächeneinheit fallende Regenmenge;  $w$  = Abflußkoeffizient, kleiner als 1, gebe jenen Teil des Niederschlages an, welcher wirklich zum Abfluß gelangt.

I. Fall. Langer Regen, Landregen, nämlich  $t > \frac{L}{v}$ ; derselbe

ist bei großem  $A$  maßgebend. Dann ist die größte sekundliche Abflußmenge bzw. Hochwassermenge  $Q$  in  $M$ :  $Q = v q A$ . Der Verlauf des Hochwassers ist durch die Abflußkurve (Fig. 2) veranschaulicht. Vom Beginn des Regens gerechnet, kommt der größte Abfluß  $Q$  nach der Zeit, der Sammlungsdauer,  $\tau_1 = \frac{L}{v}$  zum Vorschein und dauert bis  $\tau_2 = t$ ; die ganze Entwässerungsdauer ist:  $\tau_3 = t + \frac{L}{v}$ .

II. Fall. Verhältnismäßig kurzer, heftiger Regen, Schlagregen, Platzregen,  $t \leq \frac{L}{v}$ , ist insbesondere bei kleineren und mittleren Werten von  $A$  in Rechnung zu ziehen. Das größte Hochwasser  $Q$  ergibt sich hierbei aus einer größten Abflußfigur, welches in dem Sammelgebiete (Fig. 1) durch Schraffierung hervorgehoben ist. Von den Punkten der schrägen Linien, wie  $mn$  und  $m'n'$ , komme der Abfluß zur gleichen Zeit wie von  $m$  in  $M$  an. Die Abflußfigur hat die Länge  $mm' = t \cdot v$ ; die Breite  $B$  = der größten mittleren Breite des zugehörigen Niederschlagsgebietes. Es ist dann:  $Q = v q B t v$ .

Ferner erscheint hier mit Bezug auf die Fig. 2:

$$\tau_1 = t + \frac{B'}{2v}; \tau_2 = \frac{L}{v}; \tau_3 \text{ wie früher} = t + \frac{L}{v}.$$

III. Fall. Es sei ein ausgeprochenes Seitental vorhanden, von dessen Einmündungspunkt  $M'$  bis  $M$  die Abflußentfernung  $E$  betrage. Für dasselbe sowie für noch weitere Seitentäler wird man gleichwie für das Haupttal je eine selbständige Fig. 2 konstruieren. Diese stelle man so untereinander, daß jeder Anfangspunkt  $N'$  um das zugehörige  $\frac{E}{v}$  rechts von  $N$  zu liegen komme. Dann ergibt sich durch Summierung der in der nämlichen Vertikalen liegenden Ordinaten die totale Abflußkurve.

**Größte Hochwasser** (Katastrophenhochwasser) entstehen in der Regel, wenn der Boden bereits durch vorhergegangene Niederschläge mehr oder minder gefättigt ist, so daß für den darauffolgenden verhängnisvollen Regen der Wert  $\psi$  bis auf etwa 0,8 anwächst. Dem größeren  $t$  entspricht gewöhnlich ein kleineres  $q$ . Aus beobachteten Hochwassern [1]—[12] verfuhrte man auch diesbezügliche empirische Formeln abzuleiten, welche indessen nur mehr oder minder angenäherte Resultate liefern.

Nach Iszkowski [12] ist die größte Hochwassermenge in Kubikmetern pro Sekunde:  $Q_{max} = c m h A$ . Der Wert  $A$  hier sowie im nachfolgenden in Quadratkilometern. Es ist  $c$  für ein Gebiet im Tieflande, das sehr durchlässig bis mittel erscheint, 0,02—0,03, und nimmt zu, bis es fürs Hochgebirge, und zwar wenn sehr durchlässig, weniger oder mehr steil, auf 0,06—0,08, und wenn sehr undurchlässig auf 0,6—0,8 ansteigt. Der Koeffizient  $m$  ist für wachsende  $A$  stetig abnehmend, und zwar  $m = 9,5, 7,4, 4,7, 3,1, 2,6$  für bezw.  $A = 10, 100, 1000, 5000, 50000$  qkm. Dann  $h$  = mittlere jährliche Niederschlagshöhe in  $m$ .

Nach Lauterburg ist  $Q_{max} = c' A \left( \frac{114}{115 + 0,05 A} + 0,007 \right)$ , wobei für Niederung und Hügelland, wenn sehr durchlässig bis undurchlässig und wenig bis mittel steil,  $c' = 0,7$ — $2,2$ , dann zunehmend und schließlich für die Alpenregion, desgleichen bis sehr steil,  $c' = 1,7$ — $2,6$ .

Direkte Werte gibt die Größthochwassertabelle von Pascher [13]. Denselben entspricht auch gut die von Kresnik aufgestellte einfache Formel:  $Q'_{max} = \alpha A \frac{32}{0,5 + \sqrt{A}}$ , worin  $\alpha$  in der Regel = 1 ist und nur bei besonders abflußvermindernden Verhältnissen kleiner wird und bis etwa 0,6 herabfinkt. Für Einzugsgebiete kleiner als 1 qkm ist hier für  $\sqrt{A}$  wenigstens 1 einzusetzen.

In welchen Fällen der Ingenieurpraxis die größten Hochwasser zu berücksichtigen sind, ist im allgemeinen leicht zu entscheiden: überall dort, wo die Nichtberücksichtigung zu nicht

wieder gutzumachenden Schädigungen führen würde. Wo dagegen die Kosten, welche bei Berücksichtigung der größten Hochwasser entstehen, in der zwischen zwei Katastrophen liegenden Periode einen größeren Aufwand an Zinsen erfordern als der reichliche Schadenerersatz bei Ueberflchwemmungen, ist es nicht rationell, bei Ingenieurbauten die Maxima in Rechnung zu nehmen.

Die gewöhnlichen Hochwasser führen nur etwa die Hälfte bis ein Viertel der aus den Formeln für  $Q_{max}$  resultierenden Wassermengen. Im durchlässigen hügeligen Gelände pflegt man folgende Annahmen für den sekundlichen Hochwasserabfluß  $Q$  von 1 qkm zu machen, wenn  $A$  das Einzugsgebiet in Quadratkilometer bedeutet:

$A < 1$ ,	$Q = 5 - 3$ cbm/sec	$A = 100 - 300$ ,	$Q = 0,6 - 0,5$ cbm/sec
$A = 1 - 10$ ,	$Q = 3 - 1,5$ "	$A = 300 - 600$ ,	$Q = 0,5 - 0,4$ "
$A = 10 - 40$ ,	$Q = 1,5 - 1,0$ "	$A > 600$ ,	$Q = 0,4$ "
$A = 40 - 100$ ,	$Q = 1,0 - 0,6$ "		

Zwischenwerte sind durch Interpolation zu finden.

Indem wir noch auf die in Bd. 3, S. 164, mitgeteilte Formel der bayrischen Generaldirektion der Staatseisenbahnen für gewöhnliche Hochwasser verweisen, sei bemerkt, daß alle bisher mitgeteilten empirischen Annahmen keine Rücksicht auf die Dauer des Regens, der das Hochwasser veranlaßt, nehmen, also das wichtigste Moment unbeachtet lassen. Klunzinger hat diesem Uebelstande durch die empirische Formel:

$$Q = 0,006 \cdot T h_s \left( \frac{3t}{T} - \frac{t^3}{T^3} \right)$$

abzuhelfen gefucht; es ist darin mit  $t$  die Dauer des Regenfalles, mit  $h_s$  die größte Regenabflußhöhe in Millimetern in 24 Stunden, mit  $T = \frac{L}{v}$  (vgl. Fig. 1) die größte Abflußdauer bezeichnet.

Alle diese Angaben können auf absolute Zuverlässigkeit keinen Anspruch machen; man wird auch nie in die Lage kommen, die Hochwassermengen zutreffend zu bestimmen, denn selbst dann, wenn alle vorhandenen Beobachtungen über Niederschlagshöhen u. f. w. in unanfechtbaren Formeln dazu verwendet würden, so ist doch niemand imstande, vorherzusagen, ob nicht später noch größere und länger dauernde Niederschläge als die beobachteten eintreten, wodurch neue Grundlagen entstehen, mit denen man früher nicht rechnen konnte.

Zu beachten ist ferner, daß alle angegebenen Werte unzutreffend werden, wenn die Hochwasser sich oberhalb der Stelle  $M$  (Fig. 1) in einen See ergießen oder durch Stauweiher teilweise zurückgehalten werden u. f. w. Endlich ist auch dann, wenn Hochwasser und Eisgang zusammentreffen, der Vorgang schwer durch Rechnung bzw. empirische Formeln zu verfolgen. — Die Versuche, der Entflehung von Hochwassern und dem Fortschreiten der Flutwellen theoretisch beizukommen, sind zahlreich; wir verweisen auf [18] und [19], S. 381, wo sich weitere Literaturangaben finden. Zu unanfechtbaren Resultaten haben sie nicht geführt.

**Die Hochwasservorauslage** (Hochwasserprognose) entwickelt sich immer mehr zu einem wichtigen Dienst der hydrographischen Aemter. Zweck derselben ist die rechtzeitige Warnung vor gefährlichen Hochwassern; für Schifffahrtzwecke werden auch andre Wasserstände vorausgesehen [14], [16], [17]. Es gibt diesbezüglich drei Fälle, indem als Beobachtungsgrundlage für die Vorauslage dienen: 1. Nur Wetternachrichten. Dies paßt bei einem Orte, der sich im obersten Teile eines Flußgebietes befindet, so daß zwischen dem Niederschlag und dem daraus folgenden Hochwasser ein zu kleiner Zeitunterschied verbleibt. Eine solche Vorauslage ist aber wenig genau. 2. Ombrometrische Nachrichten aus dem genügend oberhalb des betreffenden Ortes befindlichen Einzugsgebiete. 3. Die Wasserstände, besser noch die sekundlichen Wassermengen der schon bedeutenderen geschlossenen Gerinne an den einflußnehmenden, hinreichend oberhalb gelegenen Pegelstationen. — Der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Regenhöhen und dem zu berücksichtigenden Sättigungsgrade des Bodens in den Fällen 1 und 2 sowie zwischen den oberen Wasserständen und -mengen im Falle 3 einerseits und dem daraus vorherzusagenden unteren Wasserstände andererseits muß durch mehrjährige Beobachtungen ermittelt werden. — Interessante diesbezügliche Studien der Verhältnisse im deutschen Rheingebiete liefern [20] und [21].

Literatur: [1] Ergebnisse der Wasserstandsbeobachtungen an den Flüssen Böhmens, Prag, alljährlich. — [2] Der Rheinstrom und seine wichtigsten Zuflüsse, Berlin 1889. — [3] Deutsche Bauztg. 1888, S. 266. — [4] Beiträge zur Hydrographie des Großh. Baden, Karlsruhe, periodisch. — [5] Franzius, Der Wasserbau, Leipzig 1892, 1. Abt., 1. Hälfte. — [6] Weber v. Ebenhof, Die Etsch-Regulierung in Tirol und Italien, Wien 1892; auch Zeitschr. d. österr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1892. — [7] Wochenschr. d. österr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1891, Karlsbader-Hochwasser. — [8] Jahrbuch des k. k. hydrographischen Zentralbureaus, Wien, Jahrg. 1893 u. 1894. — [9] Zeitschr. d. österr. Ingen.- u. Arch.-Vereins 1891, Moldau, S. 161. — [10] Desgl. 1893, Wienfluß, S. 281. — [11] Desgl. 1895, Donau bei Wien, S. 353. — [12] Desgl. 1886, S. 69 u. S. 10. — [13] Desgl. 1892, S. 322. — [14] Desgl. 1894, S. 87 u. 105. — [15] Desgl. 1896, S. 33. — [16] Zeitschr. f. Bauwesen 1887, S. 599; 1894, S. 85 u. 283. — [17] Annales des ponts et chaussées 1896, Taf. 33. — [18] Lueger, O., Ueber Entflehung und Verlauf der Hochfluten, Zeitschr. d. österr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1885, S. 77 ff. — [19] Encyclopädie der mathem. Wissenschaften, Bd. 4, S. 20, Hydraulik von Ph. Forchheimer, Leipzig 1906. — [20] Honfell, M., Die Hochwasserkatastrophen am Rhein im November und Dezember 1882, Zentralblatt d. Bauverw. 1883, S. 39. — [21] v. Tein, M., Ergebnisse der Untersuchungen der Hochwasserhältnisse im deutschen Rheingebiet vom Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie in Baden, Bd. 3, Berlin 1897. Lueger.

**Hochwasserabflüsse, f. Kanalisation der Privatgrundstücke.**

**Hochwasserkanal**, künstlich hergestellter, nach den größten Hochwassern dimensionierter Kanal zur Verhütung von Ueberflimmungen oder unzulässigen (gefährlichen) Wasseranflautungen.

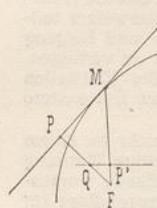
Bei Sammelteichen werden z. B. vielfach oberhalb der Stauwerke seitliche Hochwasserüberfälle nach einem besonderen Hochwasserkanal eingerichtet mit großen Ueberfallbreiten, die auch beim stärksten Zuflusse das Wasser unter einer vorausbestimmten Stauhöhe halten, so an der Talperre des Furens bei St. Etienne u. a. An Flüssen, deren Wasser von der Industrie und der Landwirtschaft sehr stark benutzt wird und deren Regulierung dadurch erschwert ist, werden ebenfalls derartige Flutkanäle mit entsprechend breitem Einlaufe gebaut; ein großartiges Beispiel hierfür ist der sogenannte Leopoldskanal zur Aufnahme der Hochwasser von Dreifam und Elz im Kreise Freiburg in Baden.

**Hockfcher Motor**, f. Kleindampfmashinen.

**Hodograph** von Hamilton. Der Hodograph ist eine Kurve zur übersichtlichen Darstellung der Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverhältnisse eines bewegten Punktes.

Trägt man von einem festen Zentrum  $O$  aus die Geschwindigkeiten des bewegten Punktes nach Größe und Richtung auf, so bilden die Richtungen derselben einen Kegel und die Endpunkte eine auf dem Kegel liegende Kurve, den Hodograph der Geschwindigkeiten. Werden in gleicher Weise die Beschleunigungen aufgetragen, so entsteht der Hodograph der Beschleunigungen.

Die Erzeugenden des zum Hodographen der Beschleunigungen gehörigen Kegels sind parallel den Tangenten des Hodographen der Geschwindigkeiten. Die Schmiegungebenen der Bahn sind parallel den Tangentialebenen des Hodographen der Geschwindigkeiten. Für eine ebene Bewegung ist der Hodograph eine ebene Kurve. Für die Newtonsche Zentralbewegung ist der Hodograph der Geschwindigkeiten ein Kreis. Ist  $M$  der bewegliche Punkt, dessen Beschleunigung fortwährend durch einen festen Punkt  $F$  geht (s. die Figur),  $FP$  das Perpendikel  $p$ , das vom Zentrum  $F$  auf die Tangente der Bahn gefällt werden kann, so gilt für jede Zentralbewegung der Satz, daß die Bahn von  $M$  eine ebene Kurve und das Moment der Geschwindigkeit  $v$  in bezug auf das Zentrum  $F$  konstant ist,  $vp = C$ . Beschreibt man daher um  $F$  mit  $\sqrt{C}$  als Radius einen Kreis und sucht in bezug auf ihn den Pol  $Q$  der Tangente in  $M$ , so wird  $FP \cdot FQ = C$  und es stellt  $FQ$  die Geschwindigkeit  $v$  von  $M$  nach Größe dar, aber von einer Richtung, die mit der Richtung von  $v$  einen rechten Winkel bildet. Während die Tangente  $PM$  über die Bahn von  $M$  läuft, beschreibt daher  $Q$  den Hodographen, um  $90^\circ$  gedreht. Beide Kurven sind in bezug auf den Kreis Polarkurven zueinander. Die Tangente des Hodographen hat für die richtige Lage dieses die Richtung der Beschleunigung; hier steht sie also senkrecht auf der Beschleunigung, und da diese die Richtung  $MF$  hat, so ist die Tangente des Hodographen in  $Q$  das Perpendikel  $QP'$ , das von  $Q$  auf  $MF$  gefällt werden kann. Setzt man  $FM = r$ ,  $FQ = r'$ ,  $FP = p$ , so besteht wegen der antiparallelen Lage der Tangenten der Kurven  $M$  und  $Q$  gegen  $FM$  und  $FP$  die Gleichung  $pr' = p'r$ . Die Tangente  $QP'$  des Hodographen steht senkrecht auf  $FM$



und bildet daher mit der folgenden Tangente denselben den unendlich kleinen Winkel  $d\vartheta$ , den  $FM$  mit dem folgenden Radiusvektor bildet. Es ist also  $d\vartheta$  der Kontingenzwinkel des Hodographen, und wenn  $ds'$  dessen Bogenelement bezeichnet, so besteht für den Krümmungshalbmesser  $\rho'$  des Hodographen die Gleichung  $\rho' d\vartheta = ds'$ . Es ist aber  $ds'$  gleich der Elementarbeschleunigung  $\varphi dt$ , daher wird  $\varphi dt = ds' = \rho' d\vartheta$  und weiter liefert das unendlich kleine Dreieck zwischen  $FM$ , dem folgenden Radiusvektor und dem Bogenelemente der Kurve  $M$  die Gleichung  $\frac{1}{2} r \cdot rd\vartheta = p v dt$ , d. h.  $\frac{r^2 d\vartheta}{dt} = p v = C$ , und hiermit erhält man  $\varphi = \frac{C}{r^2} \rho' = \frac{p v}{r^2} \rho'$ , woraus der Krümmungshalbmesser  $\rho'$  des Hodographen folgt  $\rho' = \frac{\varphi r^2}{C}$ . Dieser ist also konstant, der Hodograph demzufolge ein Kreis. Je nachdem der Punkt  $F$  innerhalb des Kreises auf demselben oder außerhalb gelegen ist, hat man den Fall der elliptischen, parabolischen oder hyperbolischen Planetenbewegung.

Literatur: [1] Hamilton, W. R., Elements of quaternions, London 1866, S. 718. — [2] Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, Leipzig 1879, Bd. 1, S. 192 und 386. (Schell) Finsterwalder.

**Hodograph** und **Hodometer** (in der Geodäsie) dienen zur Messung von Wegelängen durch Zählen bzw. Registrieren der Umdrehung von Rädern mit bekanntem Umfang durch Zähl- bzw. Registrierapparate. Die Umdrehung von Rädern ist schon im Altertum (Vitruv) und bei den ersten Gradmessungsverfuchen (Fernel, f. Erde) zur Entfernungsbestimmung benutzt worden. Praktisch wird zurzeit diese Methode im allgemeinen nicht angewendet, nur für spezielle geodätische Zwecke findet das Prinzip Verwendung beim Meßrad (s. d.) und neuerdings bei automatischen Meßinstrumenten (Ferguson, Automatic surveying instruments); f. Routenaufnahmen; vgl. a. Schrittzähler (Pedometer, Passometer). Reinherts.

**Höfe und Ringe um Sonne und Mond** entstehen, die ersteren durch Beugung des Lichtes in Wasserwolken, die letzteren durch Brechung des Lichtes in Eisswolken (obere Wolken, Cirren).

Die Höfe umgeben Sonne und Mond als lichte Vollkreise, während die einen größeren Durchmesser besitzenden Ringe als leuchtende Ringe auftreten, die auf ihrer inneren Seite durch auffallendes Dunkel abgegrenzt sind; sie zeigen häufiger Spektralfarben als die meist einfarbig

auftretenden Höfe. Zuweilen erscheinen neben dem mit der Sonne oder dem Mond konzentrischen Ring noch weitere Ringe oder Teile solcher, deren Schnittstellen besonders leuchtend hervortreten und Neben Sonnen und Nebenmonde genannt werden. — Die Ringe um Sonne und Mond sind häufig Vorboten schlechten Wetters, insofern als großen Depressionen (f. *Maxima und Minima*, barometrische) ausgedehnte Cirrostratusschleier meilenweit vor auszuziehen pflegen und die herannahende Depression lange anzeigen, ehe das Barometer zu fallen beginnt. *Großmann.*

**Höhe.** Unter der „Höhe“ eines Punktes versteht man allgemein seinen in der Lotlinie gemessenen Abstand von der mathematischen Erdoberfläche, die man sich durch den Meeresspiegel (Meeresniveau, Meereshorizont) dargestellt denkt. Dabei wird zunächst abgesehen von der Unterscheidung, ob derselbe betrachtet wird als eine Niveaufläche (d. h. Geoid, Sphäroid) oder als eine mathematische Figur (Ellipsoid, Kugel, Ebene), f. Erde, Bd. 3, S. 480 f.

In diesem Sinne nennt man die Abstände über dem in Ruhe gedachten und unter dem Festland verlängerten Meeresspiegel „Meeres-“ oder „Seehöhen“ und die Abstände unter dem Meeresspiegel: „Tiefen“ oder die ersteren „positive“, die letzteren „negative“ Höhen. Wird, was besonders bei Höhenangaben für technische Zwecke vorkommen kann, eine zur Meeressfläche parallele, für den betreffenden Fall geeignete Fläche (Nullfläche, Horizont) eingeführt, so nennt man die auf eine solche Fläche bezogenen Höhen zur Unterscheidung von den als „absolute Höhen“ bezeichneten Meereshöhen „relative Höhen“. Für die Angabe „absoluter“ Höhen ist demnach erforderlich, daß die Lage des in Ruhe gedachten Meeresspiegels an irgend einem Küstenpunkt ermittelt ist (f. Meeressfläche), während für die Angabe relativer Höhen erforderlich ist, daß irgend einem in der Natur vorhandenen, unzweideutig bestimmten Punkte eine bestimmte Höhe beigelegt wird. In diesem letzteren Fall ist dann als Ausgangsfläche (Nullfläche, Horizont) diejenige dem Meeresspiegel parallele Fläche bestimmt, welche in dem durch die Höhenzahl ausgedrückten Abstände unter (eventuell über) dem Punkte die Lotlinie denselben rechtwinklig schneidet.

Da durch ozeanische Störungen des Meeresspiegels (f. Meeressfläche) und aus andern Gründen bei der Vergleichung von Höhenangaben, welche auf verschiedene Küstenpunkte bezogen sind, Abweichungen entstehen, hat man in Preußen, um diese Unsicherheit in den Höhenangaben zu beseitigen, an Stelle der durch Pegelpunkte, wie Amsterdam, Swinemünde u. f. w., bestimmten Flächen eine „Normalnullfläche“ (einen Landeshorizont) eingeführt. Diese Fläche fällt im allgemeinen mit dem mittleren Niveau der norddeutschen Meere zusammen und ist dadurch bestimmt, daß an einem Pfeiler des Passageninstrumentes der Sternwarte in Berlin ein kleiner lotrechter Maßstab angebracht wurde, dessen Mittelfrich die Höhe von 37 m hat. Das heißt: die Normalnullfläche (mit dem Zeichen N. N.) ist diejenige Niveaufläche, welche 37 m unter dem erwähnten Maßstabstrich die Lotlinie denselben schneidet. Der so bezeichnete Punkt ist der Normalhöhenpunkt für das Königreich Preußen [1], auf den sämtliche amtliche Höhenangaben zu beziehen sind und welcher auch in den meisten deutschen Staaten Verwendung findet. Aus der Anordnung dieser Normalfläche, welche bis auf einen geringen Unterschied mit dem mittleren Niveau des Meeresspiegels der Ost- und Nordsee übereinstimmt, und der obengegebenen Definition folgt, daß die auf N. N. bezogenen „relativen“ Höhen gleichzeitig „Meeres-“ oder „absolute Höhen“ sind. — Das gleiche gilt im allgemeinen für die auf Pegelpunkte bezogenen Horizonte der übrigen Staaten. (Ueber die Bestimmung einer europäischen Normalfläche f. Meeressfläche.)

In sämtlichen europäischen Staaten besteht ein über das ganze Staatsgebiet ausgedehntes, mehr oder weniger enges System (Höhennetz) von Höhenfestpunkten als „Höhenbolzen“, „Höhenmarken“ u. f. w. (f. Nivellieren), deren Höhen über dem betreffenden Horizont sorgfältig bestimmt wurden, wodurch die für technische Höhenmessungen erforderlichen Grundlagen gegeben sind.

Den Unterschied der in den Lotlinien gemessenen Abstände über der Ausgangsfläche, also der Höhen, für zwei Punkte,  $h_1$  und  $h_2$ , nennt man den Höhenunterschied  $h_2 - h_1 = \Delta h$ . Aus dieser Beziehung folgt  $h_2 = h_1 + \Delta h$ , d. h. die Höhe irgend eines Punktes  $h_2$  kann bestimmt werden, sobald die Höhe irgend eines andern Punktes  $h_1$  bekannt ist und der Höhenunterschied  $\Delta h$  in irgend einer Weise gemessen wird. Die Bestimmung dieser Höhenunterschiede ist die Aufgabe der Höhenmessung (f. d.).

Die zur dauernden Erhaltung durch die Landespräzisionsnivellierung (f. Nivellieren) gewonnenen Festpunkte, die sogenannten Höhenmarken, werden in besonders festen Mauerwerken, vornehmlich an öffentlichen Gebäuden (Kirchen u. f. w.), oder an sonst geeigneten Stellen angebracht. Sie bestehen in der Regel aus starken, in das Mauerwerk eingelassenen eisernen Bolzen, deren runder, aus der Mauerfläche hervortretender Kopf in der Art den Höhenpunkt bezeichnet, daß die Tangente an dem höchsten Punkt denselben den Festpunkt bestimmt. Die Höhenzahl ist in der Regel auf der Marke selbst oder auf einer daneben befestigten eisernen Platte angegeben. Vgl. a. Bolzensteine. Ueber die Anordnung der verschiedenen Höhenmarken, welche in den der internationalen Erdmessung angehörenden Staaten Verwendung finden, f. Verhandlungen der internationalen Erdmessung der in Gené abgehaltenen Konferenz, Berlin 1894, Beilage A II, S. 115.

Da nach der eingangs gegebenen Definition der ideellen Meeressniveaufläche die Höhe „Null“ beigelegt ist, so folgt aus der Nichtparallelität benachbarter Niveauflächen (vgl. Erde, Bd. 3, S. 480 f.), daß die Punkte irgend einer andern Niveaufläche nicht gleiche „Höhe“ haben können, d. h. es besteht ein in der Aenderung der Schwereintensität begründeter Unterschied zwischen Niveaudifferenz und Höhendifferenz. Wegen der Geringfügigkeit der Schwereänderung

bei kurzen Abständen kann derselbe bei Höhenangaben für technische Zwecke stets außer Betracht bleiben und Höhenunterschied, Niveauabstand und -differenz, Höhen- und Niveau-  
linie u. f. w. kurzweg als gleichbedeutend betrachtet werden. Wenn aber Höhenangaben über  
große Gebiete, besonders ganze Länder und Erdteile ausgedehnt werden wie bei den Fein-  
nivellierungen, so sind dynamische Höhen und orthometrische Höhen zu unterscheiden sowie die  
in theoretischer Hinsicht bestehenden Abweichungen zwischen den Ergebnissen der Nivellierung  
und der trigonometrischen Höhenmessung zu beachten (vgl. Erde, Bd. 3, S. 480 f.).

**Dynamische Höhen** nennt man nach Lallemand [2] Arbeitshöhen nach Vogler [3],  
den Quotienten  $\frac{\Delta W}{G}$ , aus der Niveaudifferenz  $\Delta W$  und der normalen Schwere am Meeres-  
spiegel bei 45° geographischer Breite  $G$ , welchen Helmert [4] zur bequemen Vergleichung  
mit den gemeinen Höhenunterschieden empfiehlt.

**Orthometrische Höhe** nennt man bei der die wahre Gestalt der Niveauflächen berück-  
sichtigenden Präzisionsnivellierung (f. Nivellieren) in Übereinstimmung mit dem gewöhnlichen  
Sprachgebrauch den wahren, durch seine Lotlinie bestimmten Abstand eines Punktes vom an-  
genommenen Normalniveau (f. Meeresfläche). Zur Erlangung dieser orthometrischen Höhen  
ist wegen der Nichtparallelität der Niveauflächen (f. Erde) dem unmittelbaren Nivellements-  
ergebnis, den gemeinen Höhen, eine Verbesserung, die sogenannte orthometrische Reduktion,  
beizulegen, welche eine Funktion der Schwereänderung längs des Nivellementsweges ist. Dabei  
sind zu unterscheiden die durch die Abplattung der Erde, die Höhenlage, die Oberflächenform  
und Zusammenfassung bedingten Reduktionen. In der Regel wird nur die sogenannte normale  
(auch sphäroidische), aus der allgemeinen Erdgestalt bzw. der Höhenlage sich ergebende Re-  
duktion in Rechnung gestellt, da die wahre Reduktion nur durch zahlreiche Schwere-  
messungen (f. d.) längs des Nivellierweges ermittelt werden kann. Bei allen technischen  
Nivellierungen kann ohne weiteres das Nivellementsergebnis, die gemeine Höhe, als wahre Höhe  
aufgefaßt werden.

Literatur: [1] Der Normalhöhenpunkt für das Königreich Preußen an der königlichen  
Sternwarte in Berlin, festgelegt von der trigonometrischen Abteilung der Landesaufnahme, Berlin  
1879. — Die weitere Literatur ist bei Nivellieren und Höhenmessungen angegeben. — [2] Ver-  
handl. der internationalen Erdmessung (8. Konf.), 1887, S. 134. — [3] Vogler, Praktische Geometrie,  
Braunschweig 1885, S. 11. — [4] Helmert, Astronom. Nachrichten 1873; Derf., Höhere Geodäsie,  
Leipzig 1884, Bd. 2, S. 504. — [5] Helmert, Die mathematischen und physikalischen Theorien der  
höheren Geodäsie, Leipzig 1884, Bd. 2, Kap. 7. — [6] Lallemand, Verhandlungen (Nizza 1887)  
der permanenten Kommission der internationalen Erdmessung, Berlin 1888, Beil. 5 f. (mit Literatur-  
zusammenstellung). — Vgl. a. die Literaturangaben zu Schweremessungen. *Reinherts.*

**Höhenkreis** (Höhenbogen, Höhenfaktor u. f. w.), an Theodolit,  
Universalinstrument, Tachymeter, Kippregel, Buffole u. f. w., f. die betreffenden  
Artikel.

**Höhenkreis** oder Vertikalkreis heißt in der sphärischen Astronomie  
jeder Großkreis der Sphäre, dessen Ebene die Zenitlinie des Beobachters im  
Beobachtungspunkt der Erdoberfläche enthält und der somit auf der Ebene des  
Horizontes vertikal steht.

Der Winkel, den ein durch einen bestimmten Punkt der Sphäre gezogen gedachter Höhen-  
kreis mit dem Meridian einschließt, heißt das Azimut des Punktes; ist dieser Punkt ein Stern,  
so mit der fragliche Winkel veränderlich und wird gleich Null, wenn der Höhenkreis mit dem  
Meridian zusammenfällt; ist das Azimut 90°, so steht der betreffende Höhenkreis senkrecht zum  
Meridian und man nennt ihn den ersten Vertikal. Auf dem Höhenkreis zählt man die Höhen  
der Gestirne ( $h$ ) vom Horizonte ab oder die Zenitdistanzen ( $z = 90^\circ - h$ ) vom Zenit an. — In  
übertragenem Sinne bezeichnet man auch mit Höhenkreis ein Instrument, das im wesentlichen  
dazu dient, die Höhen ( $h$ ) oder die Zenitdistanzen ( $z$ ) celestischer oder irdischer Punkte zu messen;  
besonders wird diese Bezeichnung dann gebraucht, wenn zu solchen Messungen ein Vollkreis  
verwendet wird. — Namentlich in früherer Zeit und heute noch bei Reflexionsinstrumenten  
(Sextant, Quadrant u. f. w.) hat man aber auch Instrumente zum Messen von Höhen benutzt, die  
nur Teile von Höhenkreisen darstellen (Sextant, Quadrant, Zenitfaktor u. f. w.). — Auch  
bezeichnet man in der Nautik manchmal Linien gleicher Höhe mit diesen Namen. Solche Linien  
stellen dann einen geometrischen Ort für den Schiffsort auf der Seekarte dar und sind unter  
dem Namen Sumnerlinien (f. d. und Navigation) bekannt und in neuerer Zeit wieder sehr in  
Aufnahme gekommen. Die mit solchen Höhenkreisen auszuführenden Messungen f. u. Höhen-  
winkel. *Ambronn.*

**Höhenkurvenpläne**, Darstellung der Höhenverhältnisse des Geländes durch  
Linien in gleicher Meereshöhe, welche auf Lageplänen eingezeichnet werden.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß es meist nicht zweckmäßig ist, die Höhenkurven (f. Höhe)  
auf dem Felde mit dem Nivellierinstrument abzustecken und dann aufzunehmen. Je nach der  
Terraingestaltung und dem Zweck der Arbeit lassen sich vielmehr verschiedene einfachere  
Methoden anwenden. Im kleinen, z. B. für eine zu planierende Fläche, ist die Absteckung einer  
Längslinie und Aufnahme eines Längennivellements (vgl. Nivellieren) mit entsprechend aus-  
gedehnten Querprofilen und mit Einschaltung besonders wichtiger Punkte zweckmäßig, woraus  
man sich dann einen Lageplan mit Höhennetz und Höhenkurven konstruieren kann. Für aus-  
gedehntere Flächen und in Fällen, wo es sich ebenfalls um Genauigkeit handelt, empfiehlt es  
sich, zunächst über alle vorhandenen, im Lageplan eingezeichneten festen Linien, Straßen,

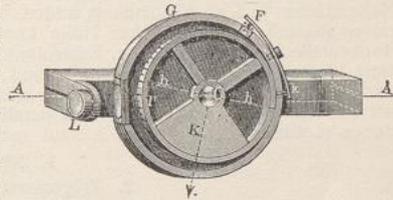
Bahnen, Wasserläufe, Grenzzüge u. f. w. mit ihren Marksteinen ein zusammenhängendes Nivellement aufzunehmen, im Anschluß hieran für die zwischenliegenden Flächen durch besondere Längen- und Querprofile Höhennetze sich zu verschaffen und sodann aus den im Plan eingeschriebenen Höhenzahlen die Horizontalkurven zu konstruieren. Bei größeren Aufgaben, bei welchen es sich nicht mehr um peinliche Genauigkeit handelt, werden die Punkte mit dem Tachymeter aufgenommen. Die Höhenkurven der Kartenwerke stützen sich auf barometrische Messungen (s. Höhenmessung, barometrische, S. 94). Die Aufnahme der Höhenkurven nach dieser Methode erfolgt in der Weise, daß man zunächst alle gegebenen Linien, Straßen, Wasserläufe, Grenzzüge, Bergrücken, Talwege u. f. w. begeht, die Höhen aller in der Karte erkennbaren Punkte, Kreuzungen, Ecken u. f. w. festlegt und sodann zwischen diese Punkte alle solche nach Lage und Höhe einschaltet, welche sich dem Auge als Gefällswechselstellen in den Profilen, Gipfel von Hügeln oder tiefe Punkte in Einfenkungen, darstellen. — Eine genaue Vergleichung der auf Grund dieser sämtlichen verschiedenen Arten von Aufnahmen in den Karten konstruierten Kurven mit der Wirklichkeit bei nochmaligem Begehen des Gebietes ist unbedingt notwendig, da es sehr oft vorkommt, daß die Höhenlage einzelner Punkte gar nicht maßgebend für die Gesamtgestaltung des Geländes ist. — Reiche Literaturangaben über alle Zweige dieses Gegenstandes finden sich in [1].

Literatur: [1] Jordan, Handb. der Vermessungskunde, Bd. 2, Stuttgart 1888. *Lübberger.*

**Höhenmarke**, s. Höhe.

**Höhenmesser** (Höhenwinkelmesser), kleine, in der Regel zum Freihandgebrauch eingerichtete Instrumente, welche zur Bestimmung von Höhenunterschieden an einer Höhen- oder Gefällskala oder zur Messung der entsprechenden Höhenwinkel (dann Höhenwinkelmesser) dienen.

Die so bezeichneten Instrumente sind im wesentlichen dieselben wie die unter Freihandinstrumente zum Nivellieren und Höhenmessen sowie unter Gefällmesser mit Libellen- oder Pendeleinstellung aufgeführten. — Die allgemeinste Anwendung gestatten die als „Höhenwinkelmesser“ (häufig unter Zufügung einer Gefällskala) eingerichteten Instrumente mit pendelnden Kreisen. Ein mit Teilung versehener Kreis oder Kreisbogen ist in einem Gehäuse, welches ein Diopter trägt, zentrisch aufgehängt und so belastet, daß der mit  $0^\circ$  oder  $90^\circ$  (Höhenwinkel oder Zenitwinkel) bezeichnete Durchmesser sich horizontal einstellt. Nach diesem Prinzip sind mehrere Instrumente konstruiert worden. Es sind zu nennen die von Matthes [1], Zugmaier-Sickler, Randhagen [2], Franke, Brandis-Wolz [3]. Die Figur zeigt die zuletzt genannte, sehr zweckmäßige Anordnung. Dabei befindet sich die Teilung  $T$  auf dem äußeren Rande eines Rades  $K$ , das sich durch die Belastung (bei  $K$ ) so einstellt, daß die Nulllinie  $hh$  horizontal schwebt und somit bei Einstellung des Diopters  $AA$  auf den Zielpunkt (durch Drehung des Gehäuses  $G$ ) der Höhenwinkel unmittelbar neben der Absehnlinie mit der Lupe  $L$  in der Teilung  $T$  abgelesen werden kann. Die Klemmvorrichtung  $kF$  muß vor der Ableseung ausgelöst werden. Zur Ableseung richtiger Höhenwinkel ist erforderlich, daß die Absehnlinie bei der Ableseung  $0^\circ$  (bzw.  $90^\circ$ ) horizontal schwebt, was durch Messung von Höhenwinkeln an beiden Enden einer Ziellinie geprüft wird. Die Abweichung korrespondierender Ableseungen entspricht dem doppelten Fehler, welcher bei denjenigen Instrumenten, bei denen die Belastung durch ein verschiebbares Gewicht hergestellt wird, durch Verschieben desselben zu beheben ist, während bei den Instrumenten mit unveränderlichen Kreisen (wie in der Figur) der Fehler von vornherein beseitigt sein muß. Die Genauigkeit der gemessenen Höhenwinkel entspricht etwa einem mittleren Fehler von  $\pm 0,1^\circ$  bis  $\pm 0,2^\circ$ .



Die Instrumente finden vielfache Anwendung, besonders bei Längenmessungen mit dem Meßbande zur Reduktion der geneigt gemessenen Länge  $l$  nach der Formel  $l \cos \alpha$  ( $\alpha$ -Höhenwinkel) sowie bei tachymetrischen Meßbandzügen, wobei der Höhenunterschied aus den geneigten Längen sich ergibt, aus  $\Delta h = l \sin \alpha$ , oder bei Verwendung horizontaler Strecken, besonders bei flüchtigen Höhenmessungen auf Grund vorhandener Karten mit Abgreifen der Entfernungen  $\Delta h = s \operatorname{tg} \alpha$ . Ferner dienen die Instrumente zur Absteckung von Wegelinien in geneigtem Gelände. Vgl. a. Tachymetrie.

Literatur: [1] Zeitschr. f. Vermessungswesen 1872, S. 214; ebend. 1873, S. 113. — [2] Ebend. 1887, S. 6. — [3] Ebend. 1889, S. 647; 1890, S. 87; 1892, S. 603. — Vgl. a. die im Artikel Geodäsie genannten Lehrbücher. *Reinherts.*

**Höhenmessungen.** In der Geodäsie unterscheidet man drei verschiedene Methoden der Bestimmung von Höhenunterschieden und dementsprechend verschiedene Höhenmessungsverfahren.

1. Wird der Höhenunterschied unmittelbar gebildet durch Herstellung kurzer horizontaler Ziellinien mit dem Nivellierinstrument, Niveau oder Kanalwage und Ableseung an lotrecht gestellten Nivellierlatten, so hat man nivellirische Höhenmessung, Nivellierung (Nivellement, Einwägung), zur Unterscheidung von den folgenden Methoden auch „geometrische“ Nivellierung (Nivellement) genannt.

2. Wird der Höhenunterschied gewonnen durch Messung des Winkels zwischen Ziel- und Lotlinie und der Entfernung der Punkte, so hat man trigonometrische Höhenmessung (trigonometrische Nivellierung).

3. Wird der Höhenunterschied gebildet aus den an den betreffenden Punkten beobachteten Luftdrücken mit Hilfe des Barometers, so hat man die barometrische Höhenmessung, die man auch unter Hinzurechnung der thermischen Höhenmessung mit dem Siede- oder Kochthermometer als physikalische Höhenmessung bezeichnet.

Von diesen drei Methoden liefert die Nivellierung mit dem Nivellierinstrument die genauesten Resultate. Die für die Landesvermessung und Erdmessung (vgl. Geodäsie) angewendete Feinnivellierung gestattet, zwei Punkte von 1 km Entfernung bei etwa zehn Zwischen-aufstellungen mit einem mittleren Fehler von etwa  $\pm 1$  mm zu bestimmen, während es bei Nivellierungen für technische Zwecke nicht schwer hält, selbst mit einfachen Apparaten diesen Fehler innerhalb der Grenzen von  $\pm 5$  mm bis  $\pm 10$  mm zu halten. Darauf folgt der Genauigkeit nach zunächst die trigonometrische Höhenmessung. Sie findet Anwendung in Verbindung mit trigonometrischen Netzen niederer Ordnung (dritter und vierter Ordnung) — f. Triangulierung —, wobei für solche Höhenunterschiede eine Genauigkeit von etwa rund  $\pm 0,1$  m zu erreichen ist, und ferner in der Tachymetrie in Verbindung mit der Distanzmessung auf Entfernungen bis zu einigen hundert Metern, wobei für die Höhenunterschiede bei diesen kurzen Entfernungen etwa die gleiche Genauigkeit erzielt wird. Die geringste Genauigkeit gewährt die barometrische Höhenmessung, wobei im günstigsten Fall für die Höhenunterschiede bei diesen kurzen Entfernungen, exaktem Verfahren und guten Instrumenten eine Genauigkeit von  $\pm 1$  m erzielt werden kann.

In bezug auf Arbeitsaufwand und Kosten findet die gleiche Reihenfolge statt; den größten Arbeits- und Kostenaufwand beansprucht die geometrische Nivellierung, den geringsten die barometrische Höhenmessung, weshalb die letztere für manche technische Zwecke sehr empfehlenswert ist.

Die Ergebnisse der verschiedenen Höhenmessungen werden dargelegt in Höhenverzeichnissen, in Karten und Profilen. Die Verzeichnisse dienen besonders zur Zusammenstellung der Höhen der Festpunkte für die Landeshöhenetze und andre ausgedehnte Höhenbestimmungen, während Karten und Profile besonders für die Darstellung der Geländeoberfläche in topographischen Karten und für besondere technische Zwecke, Eisenbahn-, Straßen-, Wasserbau, Meliorationen u. f. w. Anwendung finden. Werden in den Karten nach den eingetragenen Höhenzahlen (Koten) Linien gleicher Höhe konstruiert, so erhält man Höhenlinien (Höhenkurven, Horizontalkurven, Niveaulinien, Schichtenlinien); Karten, in denen die Höhenverhältnisse durch diese Linien zum Ausdruck gebracht sind, nennt man Höhenkurven- u. f. w. Karten. Bei der Darstellung von lotrechten Schnitten durch die Geländeoberfläche (Profile) werden die Schnittlinie mit der Nullfläche oder einer hierzu parallelen Fläche als eine gerade Linie (Abzisse) und die Höhen (Lotlinien) als parallele hierauf rechtwinklig stehende Linien (Ordinaten) aufgezeichnet.

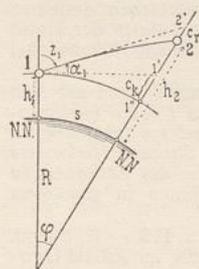
### 1. Nivellieren (f. d.).

### 2. Trigonometrische Höhenmessung.

Bei den größeren trigonometrischen Höhenmessungen erfolgt die Bestimmung der Höhenunterschiede durch Messung von Höhenwinkeln bzw. Zenitdistanzen mit dem Theodoliten im Zusammenhang mit der Horizontaltriangulierung (f. Triangulierung). Ihre hauptsächlichste Anwendung findet sie zurzeit bei den Kleintriangulierungen der Landesvermessungen, um die Höhen von trigonometrischen Punkten als Unterlage für topographische und tachymetrische Aufnahmen zu gewinnen.

In der Figur bedeuten  $h_1$  und  $h_2$  die vom Vermessungshorizont  $NN$  in den Lotlinien gerechneten Höhen der Punkte 1 und 2;  $s$  die aus der Triangulierung gewonnene Entfernung (Erdbogen); der Bogen 1—2' die infolge der terrestrischen Refraktion gekrümmte Lichtbahn; 1—2'' die in 1 hieran gezogene Tangente (Zielrichtung des Instruments in 1); 1—1'' die Tangente (Horizontale = scheinbarer Horizont) an den Bogen 1—1'' (wirklicher Horizont von 1, als parallel zu  $NN$  aufgefaßt);  $R$  den Krümmungsradius des Vermessungshorizonts  $NN$ ;  $\varphi$  den von den Lotlinien der Messungspunkte 1 und 2 eingeschlossenen Winkel; endlich  $z_1$  und  $\alpha_1$  die in dem Punkte 1 gemessenen Zenit- bzw. Höhenwinkel; damit besteht bei Beschränkung auf die Zielweiten der Kleintriangulierung ( $\varphi$  = einige Minuten, höchst selten über  $10'$ ) unter Berücksichtigung der zu erreichenden Genauigkeit, für einseitige Zielung in 1, die für die meisten

Fälle ausreichende vereinfachte Beziehung (1)  $h_2 - h_1 = \Delta h = s \cotg z_1 + \frac{1-k}{2R} s^2 = s \tg \alpha_1 + \frac{1-k}{2R} s^2$ . Danach kann, sobald  $s$  aus der Triangulierung bekannt und  $z_1$  bzw.  $\alpha_1$  im Punkt 1 gemessen ist, der Höhenunterschied  $\Delta h$  und, wenn  $h_1$  gegeben ist,  $h_2$ , und umgekehrt, wenn  $h_2$  gegeben ist,  $h_1$  d. h. die Höhe der Instrumentachse bestimmt werden. Ist der Theodolit unmittelbar über einem trigonometrischen Festpunkt aufgestellt, so kann bei bekannter Höhe desselben die Höhe der Instrumentachse durch Messung des lotrechten Abstandes unmittelbar gefunden werden oder umgekehrt aus der trigonometrisch abgeleiteten Höhe der Instrumentachse die Höhe des Festpunktes. (Vgl. hierzu auch Tachymetrie, Fig. 5). Kann — wie z. B. stets bei den durch



Steine vermarkten Dreieckspunkten — nicht der Festpunkt selbst angezielt werden, so wird am trigonometrischen Signal ein bestimmter Zielpunkt hergestellt. Bei den Pyramidenignalen (vgl. Fig. 2 im Artikel *Triangulierung*) dient hierzu die Unterkante des Bretterverchlages, bei Stangenignalen die Unterkante der Zielbretter. — In diesen Fällen ist die Zielhöhe  $h_z$  unmittelbar zu messen und in die Berechnung einzuführen. — In der angegebenen Gleichung (1)

ist  $\frac{s^2}{2R}$  ( $= c_k$  der Figur) das die Krümmung des Horizonts oder den in der Lotlinie von 2 gerechneten Abstand des scheinbaren und wahren Horizonts von 1 ausdrückende Glied, die sogenannte „Krümmungskorrektur“; vgl. hierüber *Depression des Horizonts*, Bd. 2, S. 711, mit Zahlenangaben. Das Glied  $k \frac{s^2}{2R}$  ( $c_r$  der Figur) entspricht der normalen Refraktionsverbesserung, wobei die Lichtbahn als eine Funktion der Erdkrümmung behandelt ist. Demnach ist  $c_k - c_r = \frac{1-k}{2R} s^2$  die gesamte trigonometrische Horizontkorrektur, welche der einfachen aus dem bei 1' als rechtwinklig aufzufassenden Dreieck 121' folgenden Beziehung  $1' - 2 = s \operatorname{tg} \alpha$  (wenn  $1 - 1' = s$ ) beizulegen ist. Wegen der Ableitung f. [1]. Für den praktischen Gebrauch sind Tabellen berechnet z. B. in [1], Literatur f. ebend.

Werden in beiden Punkten 1 und 2 die Höhenrichtungen  $z_1$  und  $z_2$  (bezw.  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$ ), also sogenannte gegenseitige Zenitdistanzen gemessen, so gilt unter der Voraussetzung normaler Krümmung der Lichtbahn die vereinfachte Beziehung  $\Delta h = h_2 - h_1 = s \operatorname{tg}^{1/2} (z_2 - z_1)$ , worin die Refraktionskonstante nicht erscheint, und ferner die zugehörige Gleichung  $k = 1 - (z_1 + z_2 - 180^\circ) R : s^2$ , woraus (am zuverlässigsten bei gleichzeitiger gegenseitiger Beobachtung) ein Ausdruck für den Refraktionskoeffizienten gewonnen werden kann. In praktischer Hinsicht ist anzumerken, daß wegen der starken Veränderlichkeit der Refraktion, welche in den Nachmittagsstunden trotz der in diese fallende Periode des stärksten Flimmerns am kleinsten, die Zeit von etwa 10 $\frac{1}{2}$  bis 4 Uhr für die Beobachtung am günstigsten ist. Im übrigen ist durch diese Veränderlichkeit und die Unsicherheit der Refraktionsbestimmung der Genauigkeit der trigonometrischen Höhenmessung eine Grenze gesetzt; aus diesem Grunde wird zurzeit diese Methode nur in Verbindung mit der Kleintriangulierung für die erwähnten Messungen untergeordneter Bedeutung praktisch verwendet, während sie früher als die hauptsächlichste und feinste Höhenmessungsmethode betrachtet wurde. Als ein Beispiel derartiger Messungen sei verwiesen auf das trigonometrische Nivellement Swinemünde—Berlin [5]; einer späteren Zeit gehören an die Beobachtungen zum Anschluß von Helgoland an das Festlandsnetz [4]. — Für exaktere Messungen und besondere Untersuchungen kommen für die Formel noch weitere Glieder in Betracht; soll z. B. die Höhenlage der Messungspunkte in Rücksicht gezogen werden, so wird die Beziehung

$$h_2 - h_1 = s \left( 1 + \frac{h_1 + h_2}{2R} \right) \cotg z_1 + \frac{1-k}{2R} s^2 + \frac{1-k}{2R} s^2 \cotg^2 z_2.$$

Hierbei ist dann für  $R$  der für die Polhöhe des Messungsgebiets zutreffende mittlere Erdkrümmungsradius einzuführen, eventuell der Krümmungsradius des Ellipsoidnormalschnitts in dem betreffenden Azimut. Vgl. [2].

Zur Messung der Zenit- bzw. Höhenwinkel dienen mit Höhenkreisen ausgerüstete Theodolite (sogenannte Universalinstrumente), an denen die Höhenkreise zur Herstellung verschiedener Kreislagen drehbar eingerichtet sind. Die Ablefung geschieht mit Nonien oder Mikroskopien. Bei der preußischen Landesaufnahme z. B. werden kleine Universalinstrumente von ca. 15 cm Kreisdurchmesser mit Schraubenmikroskopablefung verwendet. Die Messung hat stets in zwei Fernrohrlagen, eventuell in mehreren Kreisstellungen zu erfolgen. Eine technische Anleitung für die Beobachtung geben [3] und [4]. Ueber die Ausführung und Ausrechnung der Höhenwinkelmessung, über die Prüfung des Instruments u. f. w. f. *Triangulierung*.

Die Anordnung der trigonometrischen Höhenbestimmungen bei einer Landesvermessung ist kurz die folgende: Im Anschluß an das Landespräzisionsnivellement wird für eine Anzahl passend gelegener Dreieckspunkte die Höhe unmittelbar durch Nivellierung bestimmt. Von diesen derart gegebenen Standpunkten aus werden sodann andre Punkte teils durch gegenseitige, teils derart einseitige (z. B. die Kirchtürme) Zenitwinkel bestimmt, so daß jeder neuzubestimmende Höhenpunkt mindestens von zwei Punkten aus durch mehrfache Messungen erhalten wird. Die Ausgleichung des sich dadurch ergebenden trigonometrischen Höhennetzes erfolgt im Anschluß an die durch die Nivellierung gegebenen Ausgangspunkte entweder genähert (von den gegebenen Punkten allmählich fortschreitend oder in passend ausgewählten Zügen zwischen gegebenen Punkten) oder einheitlich nach den vermittelnden oder bedingten Beobachtungen der Methode der kleinsten Quadrate. Vgl. [1]. Die Genauigkeit der trigonometrisch abgeleiteten Höhen ist bei sorgfältigem Verfahren innerhalb der Grenzen der Kleintriangulierung auf etwa  $\pm 0,05$  bis 0,2 m mittlerer Höhenfehler zu schätzen (abhängig von der Entfernung, den atmosphärischen Verhältnissen u. f. w.), vgl. hierüber [1] sowie die dort angegebene Literatur. Bei gelegentlich sich ergebenden trigonometrischen Kleinmessungen, wie z. B. der Bestimmung einer Turmhöhe, welche auch vorkommen, wenn die Höhe des Turmknopfes aus einem an der Kirche angebrachten Nivellements-punkte abgeleitet werden soll, sind einfache Hilfsdreiecke mit Messung einer Standlinie zur Berechnung der in Frage kommenden Entfernungen anzuordnen, ähnlich wie beim Anschluß von Polygonzügen an unzugängliche Dreieckspunkte und bei exzentrischen trigonometrischen Standpunkten (f. *Triangulierung*). Hierbei bleiben natürlich die Glieder für die Krümmungskorrekturen außer Ansatz und die einfache Beziehung lautet  $h_2 - h_1 = s \cotg z = s \operatorname{tg} \alpha$ . Ueber derartige Aufgaben f. die erwähnten Lehrbücher [1]. Wegen tachymetrischer Höhenmessungen vgl. *Tachymetrie*.

### 3. Barometrische Höhenmessung.

Die barometrische Höhenmessung beruht auf der durch die barometrische Höhenformel (f. unten) ausgedrückten Beziehung zwischen Meereshöhe und Luftdruck. Wird eine in ungeförter Gleichgewichtslage befindliche Atmosphäre vorausgesetzt, so erhält man nach der Barometerformel den Höhenunterschied zweier Punkte, wenn an denselben 1. die Barometerstände bestimmt, 2. die Lufttemperaturen gemessen sowie 3. die übrigen nach der vollständigen Barometerformel erforderlichen Elemente, nämlich die mittlere Meereshöhe, die geographische Breite und die Feuchtigkeit der Luft bekannt sind.

1. Die Bestimmung der Barometerstände kann geschehen mit Hilfe des Quecksilber- oder des Federbarometers (wegen der verschiedenen Systeme, der Behandlung, der Ablefung, der Korrekturen u. f. w. f. *Federbarometer*). — Das Federbarometer (Aneroid) ist im Vergleich zum Quecksilberbarometer als ein Interpolationsinstrument zu betrachten; seine Angaben sind auf Quecksilberbarometerstände zu reduzieren, liefern aber für die Einzelbestimmung bei Höhenmessungen mit vielen verschiedenen Punkten geeignetere Werte, als sie mit einem Quecksilberbarometer zu erlangen wären. Die barometrische Höhenmessung ist überhaupt erst durch Anwendung der leicht transportablen und bequem zu behandelnden Aneroide für die Technik verwendbar und besonders für topographische Aufnahmen und technische Vorarbeiten (bei Eisenbahn- und Wegebauten) im hügeligen oder gebirgigen Gelände ein sehr zweckmäßiges Höhenmessungsverfahren geworden. Die Quecksilberbarometer finden in der Technik nur als Vergleichsinstrumente bei ausgedehnten Aufnahmen unmittelbare Verwendung während der Messung, im übrigen dienen sie zur Prüfung und Bestimmung der Korrekturen der Aneroide. Den an den Höhenpunkten abgelesenen Barometerständen müssen zunächst sämtliche in Betracht kommende Korrekturen zugefügt werden, so daß stets nur „verbesserte Barometerstände“ der weiteren Höhenberechnung zugrunde gelegt werden.

2. Die Bestimmung der Lufttemperatur geschieht mit Hilfe von Thermometern. Als Thermometer sind mit C<sup>o</sup>-Teilung versehene, gute und sorgfältig geprüfte (mit Normalthermometern verglichene) Instrumente mit langem und starkem Gefäß zu verwenden. Die Messung der Temperatur geschieht am zweckmäßigsten in der Weise, daß das an einer starken Schnur befestigte Thermometer eine Zeitlang (1—2 Minuten) im Kreise herumgeschleudert und dann schnell abgelesen wird. Dadurch kommt das Quecksilbergefäß mit vielen Luftteilchen in Berührung, nimmt schnell ihre Temperatur an und wird nicht von der strahlenden Wärme der Umgebung schädlich beeinflusst. (Die Ablefungen an hängenden Thermometern geben bei nicht bewegter Luft wegen der Wärmestrahlung unbrauchbare Werte.) Das Schleudern wird so lange fortgesetzt, bis der Stand des Instrumentes genügend konstant bleibt. Die Glasröhre wird zweckmäßig in eine Messinghülle mit Auszugrohr und Windlöchern gelagert (Schleuderthermometer). Nach der Barometerformel sollen die Lufttemperaturen an den Höhenpunkten gemessen werden, indem vorausgesetzt wird, daß dadurch die mittlere Temperatur der in Betracht kommenden Luftmasse gefunden werde. Diese Voraussetzung trifft nun aber nicht ganz zu, weil die Differenzen der Lufttemperatur nicht proportional der Höhe sind und die unmittelbar an der Erdoberfläche unter der Einwirkung der lokalen Einflüsse angestellten Beobachtungen nicht genau die Temperatur der in Betracht kommenden Luftmasse liefern. Ueber die Beziehung zwischen Lufttemperatur und Höhe aus barometrischen Messungen sind eingehende Untersuchungen angestellt worden von Bauernfeind [6] und Rühlemann [7], welche zu der Erkennung einer täglichen Periode der Höhenfehler führten.

3. Die weiteren nach der Barometerformel erforderlichen Elemente sind für die technische Ausnutzung der barometrischen Höhenmessung als konstant zu betrachten und in die Barometerkonstante aufzunehmen. Die geographische Breite und mittlere Meereshöhe des Messungsgebietes sind aus jeder geographischen Karte sowie aus genäherten Bestimmungen der Meereshöhe (unmittelbar aus den Barometerständen) zu entnehmen.

Die Spannung des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes, der sogenannte Dampfdruck ( $\sigma$  der Barometerformel), wird mit Hygrometern (f. *Feuchtigkeitsmesser*) gemessen und in Millimetern der Quecksilberhöhe zum Ausdruck gebracht. Für die technische Ausführung von Barometermessungen kann der Dampfdruck nicht jedesmal mit dem Hygrometer besonders bestimmt, es muß vielmehr für das Aufnahmegebiet ein geeigneter Mittelwert für den mit den Witterungsverhältnissen, der Jahreszeit und der Temperatur veränderlichen Feuchtigkeitsgrad eingeführt werden. Für Mitteleuropa schwankt der Dampfdruck (im Meerespiegel) etwa zwischen den Grenzen 4 und 12 mm mit einem Mittel von beiläufig 8 mm (derselbe ändert sich außerdem mit der Höhe). Da der Einfluß dieser Faktoren auf die Höhenmessung nur ein geringer ist und gegenüber andern Unsicherheiten kaum in Betracht kommt, so können dieselben, ohne der Genauigkeit der Messung merklich zu schaden, für weite Gebiete als konstant in die Rechnung eingeführt werden. Dementsprechend hat Jordan eine für Mitteleuropa gültige barometrische Höhenformel aufgestellt und danach eine Tafel berechnet, in die er die geographische Breite mit 50°, die mittlere Meereshöhe mit 500 m und den Dampfdruck mit 7,2 mm eingeführt hat. Mit dieser Einschränkung ist zur barometrischen Höhenmessung nur erforderlich die Messung von Barometerständen und Lufttemperaturen.

Soll der Höhenunterschied von zwei Punkten 1 und 2 ermittelt werden, so sind in den beiden Punkten die Barometerstände  $B_1$  und  $B_2$  und die mittlere Lufttemperatur  $T$  zu bestimmen, z. B.  $B_1 = 759,6$  mm,  $B_2 = 749,2$  mm,  $T = 14,8^\circ$ . Nach der Jordanschen Tafel sind die „rohen Meereshöhen“ mit dem Argument 15° Lufttemperatur (auf welche die gemessene Temperatur 14,8° abgerundet wird):  $h_1 = 26,7$  m,  $h_2 = 143,3$  m, also der Höhenunterschied  $\Delta h = 116,6$  m, oder mit Anwendung der Höhendifferenzen für 1 mm Barometerstand bei dem Luftdruckmittel  $\frac{B_1 + B_2}{2} = 754$  mm, mit der für 15° gültigen „Höhentafe“ 11,22,  $(759,6 - 749,2) \cdot 11,22 = 116,7$  m.

Ist für einen der Punkte eine bestimmte Höhenzahl gegeben, z. B.  $H_1 = 60,3$  m, so ist die absolute Höhe  $H_2 = 60,3 + 116,6 = 176,9$  m. Bei einer größeren Anzahl zu bestimmender Höhenpunkte ist das Verfahren daselbe. Diese Bestimmung ist aber nur dann richtig, wenn die Barometerstände in demselben Augenblick gemessen werden, oder wenn bei Messung zu verschiedenen Zeiten der Luftdruck im Aufnahmegebiet unverändert geblieben ist. Da nun aber der Luftdruck fortwährenden Schwankungen unterworfen ist, so muß auf diesen Umstand Rückficht genommen werden. Die Barometerablefungen sind daher gleichzeitig auszuführen und demnach mehrere Instrumente zu verwenden, z. B. während ein Instrument auf dem Punkt 1 bleibt, wandert ein zweites der Reihe nach auf die übrigen Punkte. Damit tritt als ein weiteres Element „die Zeit“ in die Messung ein. Das Messungsverfahren ist nunmehr das folgende: An dem auf einem bestimmten Beobachtungspunkte verbleibenden Barometer, dem „Standbarometer“, werden in bestimmten Zeitintervallen (z. B. alle 10 oder 15 Minuten) Ablefungen vorgenommen, aus denen die den Zeiten des wandernden Barometers, „Feldbarometers“, entsprechenden Werte durch Interpolation nach der Zeit gefunden werden können. Diese Art der korrespondierenden Beobachtungen nennt man die Höhenmessung mit „Standbeobachtungen“. Das „Standbarometer“ wird dabei an geeigneten, gegen die Sonne geschützten Punkten, etwa in der Mitte der zu bearbeitenden Geländeabschnitte aufgestellt und das „Feldbarometer“ mit ihm von Zeit zu Zeit verglichen. Bei diesen Vergleichen wird das „Feldbarometer“ unmittelbar neben das „Standbarometer“ gestellt, während im übrigen das „Feldbarometer“ stets in einer konstanten Höhe (Brust- oder Augenhöhe) über den zu bestimmenden oder gegebenen Höhenpunkten abgelesen wird. Das folgende auszugsweise mitgeteilte Beispiel erläutert das Aufnahme- und Messungsverfahren:

Standbarometer

Standpunkt	Zeit		Temperatur der Luft °	Barometer-		Verbesserung für		Verbessertes Barometerstand mm	Rohe Meereshöhen m
	Uhr	Min.		Temperatur	Ablefung mm	Temperatur	Teilung mm		
1	8	00	9,2	12,0	752,3	-1,6	+0,1	750,8	122,6
	8	15	9,4	12,5	752,3	-1,7	+0,1	750,7	123,7
	8	30	9,5	12,8	752,4	-1,7	+0,1	750,8	122,6
	8	40	9,7	12,9	752,5	-1,7	+0,1	750,9	121,5

Feldbarometer

Höhenberechnung

Punkt	Zeit		Temperatur der Luft °	Verbessertes Barometerstand mm	Rohe Meereshöhen $h_1$	Korrespondierende Höhen des Standbarometers $h_2$	Differenzen $h_2 - h_1$	Verbesserte Höhenunterschiede gegen das Standbarometer $\Delta h$
	Uhr	Min.						
1	8	00	9,3	749,3	139,2	122,6	+ 16,6	- 1,6
2	8	08	—	745,3	183,5	123,1	+ 60,4	+ 42,2
3	8	22	9,0	741,0	231,5	123,1	+ 108,4	+ 90,2
1	8	40	9,5	749,1	141,4	121,5	+ 19,9	+ 1,7
Abgerundete Mitteltemperatur			9,0			Mittel der Standunterschiede	+ 18,2	

Für das Standbarometer ist die Zulegung der Instrumentkorrekturen (wegen Temperatur und Teilung, f. Federbarometer) mit aufgenommen, für das Feldbarometer sind fogleich die verbesserten Barometerstände eingeführt. Mit den verbesserten Barometerständen werden für das Stand- und Feldbarometer unter Einführung des auf ganze Grade abgerundeten Temperaturmittels die rohen Meereshöhen aus der Barometertafel entnommen und danach aus den Standbarometerhöhen die den Zeiten der Feldbarometerablefungen entsprechenden Höhen rechnerisch oder bei größeren Aufnahmen graphisch interpoliert. (Die graphische Interpolation erfolgt durch Auftragen der Standhöhen als Ordinaten zu den Zeitabzissen auf quadriertem Papier und Ausziehen der Kurve.) Sodann werden die Unterschiede zwischen den Feld- und den korrespondierenden Standhöhen gebildet. Dabei ergeben die so oft wie möglich auszuführenden Standvergleichen der Barometer die den Höhenunterschieden wegen der Standänderungen zuzulegenden Verbesserungen, welche (im Beispiel unterftrichen) entweder, wie in dem einfachen Fall des Beispiels geschehen ist, durch Mittelbildung ( $\frac{16,6 + 19,9}{2} = 18,2$ ) oder bei größeren Aufnahmen mit mehrfachem Anschluß durch graphische Ausgleichung (nach der Zeit oder mit Berücksichtigung der überwundenen Höhenunterschiede [8]) gewonnen werden. Hiermit erhält man die verbesserten Höhenunterschiede gegen das Standbarometer, wobei diejenigen der Standvergleichen gleichzeitig ein Urteil über die Genauigkeit der Bestimmung ermöglichen. Kommen bei größeren Aufnahmen erhebliche Aenderungen der Lufttemperatur in Betracht, so werden die (auf ganze Grade abzurundenden) Rechnungstemperaturen den beobachteten mittleren Temperaturen mit den Standvergleichen fortchreitend angepaßt, so daß zwischen je zwei Standvergleichen stets dieselbe Rechnungstemperatur beibehalten wird (auch diese Ausgleichung kann graphisch vorgenommen werden). Der bei dieser Methode für das Standbarometer erforderliche zweite Beobachter kann auch durch Verwendung eines registrierenden Instruments (Barograph, f. d.) ersetzt werden.

Anstatt den Einfluß der Veränderung des Luftdrucks durch korrespondierende Beobachtungen zu eliminieren, kann auch so verfahren werden, daß durch Rückkehr auf denselben Punkt

die Aenderung des Barometerstandes ermittelt und unter der Voraussetzung gleichmäßiger Aenderung die Verbesserungen proportional der Zeit den Beobachtungen zugelegt werden. Dieses Verfahren nennt man die barometrische Höhenmessung „in Schleifen“. Das folgende Beispiel, welches dem früheren unter Fortlassung der Standbeobachtungen entspricht, erläutert das Rechnungsverfahren.

Punkt	Zeit		Rohe Meereshöhen	Verbesserung nach der Zeit	Verbesserte Meereshöhen	Höhenunterschied gegen $\odot 1$
	Uhr	Min.				
$\odot 1$	8	00	139,2	0	139,2	0
2	8	08	183,5	-0,4	183,1	43,9
3	8	22	231,5	-1,2	230,3	91,1
$\odot 1$	8	40	141,4	-2,2	139,2	0
Standverbesserung für 40 Min.			-2,2			

Bei größeren Aufnahmen ist auch hierbei die Ausgleichung graphisch vorzunehmen. Wenn in den bisher erörterten Fällen für irgend einen der Punkte eine absolute Meereshöhe gegeben ist, so erhält man diejenigen der übrigen Punkte durch Umrechnung von dem gegebenen Punkte aus.

Die zuverlässigsten Resultate für technische Zwecke liefert die barometrische Höhenmessung beim Anschluß an ein System von gegebenen Höhenfestpunkten, die je nach der Sachlage durch geometrisches, trigonometrisches bzw. tachymetrisches Nivellement vorher bestimmt sind. Diese Methode ist im einzelnen Fall eine einfache Interpolation. Das Verfahren wird durch folgendes Beispiel erläutert:

Punkt	Zeit		Lufttemperatur $\theta$	Verbesserter Barometerstand	Rohe Meereshöhen $h$	Gegebene Höhen $H$	Unterschied $H-h$	Zeitverbesserung $z$	Endgültige Höhen
	Uhr	Min.							
$\odot 1$	2	00	14,0	759,8	24,4	65,5	+41,1	+41,1	65,5
2		15		757,2	53,3			+42,0	95,3
3		22	14,2	754,9	78,9			+42,5	121,4
4		30		752,6	104,6			+43,0	147,6
$\odot 5$	2	50	14,3	751,3	119,2	163,4	+44,2	+44,2	163,4
		Mittel	14						

Mit der mittleren Lufttemperatur werden die rohen Meereshöhen berechnet, für die Anschlußpunkte die Unterschiede der gegebenen Höhen und rohen Meereshöhen  $H-h$  gebildet, und damit proportional der Zeit eine Verbesserung  $z$  (die Zeitverbesserung) ermittelt, welche die rohen Meereshöhen unter Beseitigung der Widersprüche auf die gegebenen Höhen reduziert. Bei großen Aufnahmen mit wiederholtem Anschluß werden diese Zeitverbesserungen stets graphisch ermittelt, indem die Unterschiede  $H-h$  als Ordinaten zu den Zeitabzissen aufgetragen werden. Aenderungen in der Rechentemperatur werden, wenn erforderlich, wie vorerwähnt den Anschlußpunkten angepaßt. Die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen, welche nach den skizzierten Verfahren (unter Zugrundlegung guter Karten und Eintragen der Punkte durch Schrittmaß, vgl. Nivellieren) mit guten Instrumenten, deren Korrekturen genau bekannt sind, ausgeführt werden, ist bei Höhenunterschieden von einigen hundert Metern auf etwa  $\pm 1$  bis  $2$  m mittleren Punktfehler zu schätzen; bei Interpolationsmessungen im Anschluß an ein gegebenes Festpunktnetz ergeben sich oftmals Fehler, welche die Grenze  $\pm 1$  m nicht erreichen. Bei größten Höhen (über 1000 m) wächst der Fehler schnell, bei nicht geprüften Instrumenten ist eine Genauigkeitsgrenze überhaupt nicht anzugeben. Weitere Beispiele zu Höhenmessungen finden sich in [10]–[13]. Die Ausführung barometrischer Höhenmessungen in sehr ausgedehnten Gebieten (z. B. Durchforschung unbekannter Länder) geschieht im wesentlichen nach denselben Gesichtspunkten, erfordert aber einzelne besondere Maßnahmen, für welche [9] als ein Beispiel dienen kann.

Die barometrische Höhenformel (Barometerformel) bringt die Beziehung zwischen dem Höhenunterschied zweier Punkte und den an denselben herrschenden Luftdrücken zum Ausdruck, so daß der erstere unmittelbar aus den letzteren berechnet werden kann. Nachdem durch Torricelli (1643) das zur Messung des Luftdruckes geeignete Instrument angegeben war und Pascal zum erstenmal die vermutete Abnahme des Luftdruckes mit der Höhe experimentell festgestellt hatte, indem er durch Périer (1648) den Puy de Dôme mit einem Quecksilberbarometer besteigen ließ, veruchten viele Forscher das Gesetz der Abnahme des Luftdruckes mit der Höhe zu erkennen. Die Versuche wurden sowohl auf empirischem wie auf theoretischem Wege unternommen durch unmittelbare Ausführung von Höhenmessungen und durch Benutzung der schon bekannten Gesetze von Mariotte und Gay Lussac über Druck und Ausdehnung der Luft. Nach den Arbeiten von Halley [14], Fontana [15], Deluc [16] u. a. stellte Laplace (1799) [17], ausgehend von den Gleichungen über das Gleichgewicht bei Flüssigkeiten die erste vollständige Barometerformel auf, unter Berücksichtigung der neuen auf genauen Messungen der französischen Akademie der Wissenschaften gegründeten Bestimmungen für die einzelnen Koeffizienten der Gleichung. Die Gleichung lautet (auf Metermaß umgerechnet):

$$h = 18336 \left( 1 + 0,004 \frac{T+t}{2} \right) \left( 1 + 0,002845 \cos 2\psi \right) \left( 1 + \frac{h}{r} \right) \left( \log \frac{B}{b} + \frac{h}{r} 0,868589 \right);$$

darin bedeuten  $h$  den Höhenunterschied,  $T, t$  bzw.  $B, b$  Temperatur- bzw. Barometerstand an den beiden Punkten, deren Höhenunterschied bestimmt werden soll,  $\psi$  die mittlere geographische

Breite dieser Punkte und  $r$  den Erdradius. Das erste Glied 18366 (in Meter umgerechnet) ist die „barometrische Konstante“ und bringt alle konstanten Werte der Gleichung zum Ausdruck; das zweite Glied berücksichtigt die Ausdehnung der Luft, das dritte bzw. vierte Glied die Aenderung der Schwere mit der Breite bzw. Höhe; das fünfte Glied enthält die gemessenen Barometerstände unter Beachtung der Schwerekorrektur. Diese Formel ist nun mehrfach umgerechnet und unter Einführung neuer Koeffizienten späterhin weiterentwickelt worden, so von Lindenaus [18], Biot [19], Soldner [20], Gauß [21], Bessel [22], Babinet [23], Baeyer [24], Plantamour [25], Bauernfeind [26], Rühlemann [27], Jordan [28]. Die von den drei letztgenannten aufgestellten Formeln lauten:

Bauernfeind:

$$h = 18405 \left( 1 + 0,00367 \frac{T+t}{2} \right) (1 + 0,0026 \cos 2\psi) \left( 1 + \frac{2z+h}{r} \right) \left[ 1 + \frac{\sigma' + \sigma''}{B+b} \right] \left( \log \frac{B}{b} - \frac{4}{5} \cdot \frac{T-t}{10000} + 0,86859 \frac{h}{r} \right).$$

Rühlemann:

$$h = 18400,2 \left( 1,00157 + 0,00367 \frac{T+t}{2} \right) (1 + 0,00262 \cos 2\psi) \left( 1 + \frac{2z+h}{r} \right) \left( 1 + 0,378 \frac{\sigma' + \sigma''}{B+b} \right) \log \frac{B}{b}.$$

Jordan:

$$h = 18400 \left( 1 + 0,003665 \frac{T+t}{2} \right) (1 + 0,002652 \cos 2\psi) \left( 1 + 2 \frac{h}{r} \right) \left( 1 + 0,377 \frac{\sigma' + \sigma''}{B+b} \right) \log \frac{B}{b}.$$

Die einzelnen Glieder entsprechen ihrer Bedeutung nach denjenigen der Laplace'schen Formel, im vierten Gliede bedeutet  $z$  die Seehöhe, hinzugekommen ist das vorletzte Glied der drei Gleichungen, welches den Einfluß des Druckes des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes (und der Kohlenäure) in Rechnung bringt, darin bedeutet  $\sigma$  die Dampfspannung. — Diese Formeln liefern Werte, welche für den praktischen Gebrauch keinen wesentlichen Unterschied zeigen. (Näheres über diese Formeln in der angegebenen Literatur [26], [27], [28].) Sollen die Formeln zur Berechnung von Höhenmessungen, welche mit Federbarometern ausgeführt sind, benutzt werden, so muß die Schwere- und Temperaturkorrektur der Quecksilberfäule ausgeschieden werden, wie es in der Jordan'schen Formel mit Rücksicht auf diesen Zweck geschehen ist. Für die praktische Durchführung der Berechnung von Höhen nach diesen Formeln sind Tabellen, welche die ausgerechneten Werte der einzelnen Glieder nach den Argumenten geordnet enthalten, unentbehrlich. Derartige Tabellen sind mehrfach berechnet worden, z. B. von Biot, Gauß, Babinet, Bessel u. f. w. [19], [21], [22], [23]. Bei der Berechnung nach solchen Tafeln wird nach Beilegung der erforderlichen Instrumentkorrekturen zunächst der „normale Höhenunterschied“ unmittelbar aus den beiden Barometerständen  $B$  und  $b$  entnommen und diesem der Betrag der einzelnen Glieder, das ist die „Korrektur“ wegen der Temperatur der Luft, die „Korrektur“ der Schwere wegen Breite und Höhe und die „Korrektur“ wegen der Luftfeuchtigkeit beigelegt. Für örtlich eng begrenzte Gebiete, wie sie bei einer ausgedehnten technischen Verwendung der barometrischen Höhenmessung in Betracht kommen, sind die Korrektionsglieder für die Schwere wegen Breite und Höhe und für die Luftfeuchtigkeit als konstant zu betrachten, deshalb dürfen diese Glieder zusammengefaßt und mit der barometrischen Konstante vereinigt werden; dadurch vereinfacht sich dann die Höhenformel entsprechend. So hat z. B. Jordan [28] für Mitteleuropa eine allgemeine Formel umgewandelt in den Ausdruck:

$$h = 18464 \left( 1 + 0,003665 \frac{T+t}{2} \right) \log \frac{B}{b},$$

indem die Breite  $\psi = 50^\circ$ , die mittlere Höhe über dem Meere  $h = 500$  m, der mittlere Dampfdruck  $= 7,2$  mm gesetzt wurde. Damit ergibt sich unter der eingeführten Beschränkung der Höhenunterschied in der einfachsten Weise, indem neben den Barometerständen nur noch die mittlere Lufttemperatur in Betracht kommt. Wird weiterhin einer der Barometerstände für eine solche Tafel als konstant eingeführt, z. B.  $b$ , und so gewählt, daß er dem mittleren auf den Meeresspiegel reduzierten Barometerstand für das betreffende Gebiet entspricht, so liefert die Formel sofort „genäherte“ oder „rohe Meereshöhen“. So z. B. hat Jordan in die erwähnte Formel für Mitteleuropa einen auf den Meeresspiegel reduzierten mittleren Barometerstand von 762 mm eingeführt und danach eine sehr empfehlenswerte Tafel [29] gerechnet, welche für die einzelnen Grade der Lufttemperatur von  $+5^\circ$  bis  $+35^\circ$  C. geordnet ist, nach Zehntelmillimetern des Barometerstandes von 630 mm bis 764 mm fortschreitet und demnach bis zu Höhen von rund 1600 m ausreicht; für generelle Messungen ist eine erweiterte Tafel von  $0^\circ$  bis  $35^\circ$  C. und 450 mm bis 765 mm, also bis  $+4500$  reichend, beigegeben. Die nachstehende Tabelle gibt einen Auszug aus dieser zuletzt erwähnten Tafel für  $15^\circ$  mittlere Lufttemperatur:

$B$	$h$	$B$	$h$								
450	4456	500	3564	550	2758	600	2022	650	1345	710	598
460	4270	510	3397	560	2606	610	1882	660	1216	720	480
470	4088	520	3233	570	2456	620	1745	670	1088	730	363
480	3910	530	3071	580	2309	630	1609	680	963	740	248
490	3735	540	2913	590	2164	640	1476	690	840	750	134
500	3564	550	2758	600	2022	650	1345	700	718	760	22

Eine andre Form für die praktische Auflösung der Höhenformel ist diejenige nach Höhenunterschieden („Höhenstufen“), welche aufeinander folgenden Barometerintervallen (z. B. einzelnen Millimetern) entsprechen. Diese Form wird erhalten durch Differenzierung der allgemeinen Höhenformel und ist für die Berechnung kleiner Höhenunterschiede geeignet. Eine solche Tafel wurde zuerst von Babinet [23] aufgestellt. Folgende Reihe gibt einen Ueberblick über die einem Millimeter Barometerdifferenz bei  $15^\circ$  C. Lufttemperatur entsprechenden Höhenunterschiede:

Lueger, Lexikon der gesamten Technik. 2. Aufl. V.

B	450	500	550	600	650	700	750 mm
$\Delta h$	18,8	16,9	15,4	14,1	13,0	12,1	11,3 m

An Stelle der Barometertafeln [29], [30] können zur praktischen Durchführung der Höhenrechnungen auch sonstige Hilfsmittel benutzt werden, entweder graphische Tafeln [31] oder der Rechenschieber [32].

Literatur: Die beim Artikel Geodäsie unter [4]–[10] genannten Lehrbücher, besonders [1] Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Stuttgart 1904, Bd. 2, Kap. 11. — [2] Helmert, Mathematische und physikalische Theorien der höheren Geodäsie, Bd. 1, Leipzig 1880, S. 518, Bd. 2, Leipzig 1884, S. 550. — [3] Kgl. preuß. Landestriangulation, Triangulation der Umgegend von Berlin, Berlin 1867 (Anhang). — [4] Veröffentlichung des Kgl. preuß. geodät. Instituts, Zenitdistanzen zur Bestimmung der Höhenlage der Nordseeinseln Helgoland, Neuwerk und Wangeroog u. f. w., Berlin 1895. — [5] Baeyer, Trigonometrisches Nivellement zwischen Swinemünde und Berlin, Berlin 1840. — [6] Bauernfeind, Beobachtungen und Untersuchungen über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen, München 1862; Derf., Neue Beobachtungen über die tägliche Periode barometrisch bestimmter Höhen, München 1883. — [7] Rühlmann, Die barometrischen Höhenmessungen, Leipzig 1870. — [8] Reihertz, Elastische Nachwirkung beim Federbarometer, Zeitschr. für Instrumentenkunde 1887, S. 207. — [9] Jordan, Geographie und Meteorologie der Libyschen Wüste, Kaffel 1876. — [10] Schreiber, Das Flächennivellement mit Aneroidbarometern, Civilingenieur, Bd. 21, 4.–6. Heft. — [11] Derf., Handbuch der barometrischen Höhenmessung, Weimar 1877. — [12] Hartl, Praktische Anleitung zum Höhenmessen mit Quecksilberbarometern und mit Aneroiden, Wien 1884. — [13] Koppe, Das Verfahren der Ausführung und der Berechnung barometrischer Höhengaufnahmen, Zeitschr. des Hannov. Arch- u. Ingenvereins, 1888. — [14] Halley, A discourse of the rule of the decrease of the height of the mercury of the barometer; Philos. transactions 1686, 1687, Bd. 16. — [15] Fontana, Delle altezze barometriche etc., Pavia 1771. — [16] Deluc, Recherches sur les modifications de l'atmosphère, Paris 1772. — [17] Laplace, Mécanique céleste, Paris 1799. — [18] Lindenau, Tables barométriques pour faciliter le calcul des nivellements et des mesures des hauteurs par le baromètre, Gotha 1809, und „Ueber Laplaces Ausdruck für Höhenmessungen durch das Barometer“ in Zach, Monatl. Korrespondenz, Bd. 14. — [19] Biot, Tables barométriques portatives etc., Paris 1811. — [20] Soldner, Ueber den Einfluß der Feuchtigkeit auf das Höhenmessen mit dem Barometer in Gilberts Annalen, Bd. 32. — [21] Gauß, Astronomisches Jahrbuch für 1818. — [22] Bessel, Astronomische Nachrichten, Bd. 12. — [23] Babinet, Comptes rendus, Bd. 30. — [24] Baeyer, Poggenдорfs Annalen, Bd. 98. — [25] Plantamour, Résumé des observations thermométriques et barométriques etc., Mém. de la soc. de Genève, Bd. 13. — [26] Bauernfeind, Beobachtungen und Untersuchungen über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen und die Veränderungen der Temperatur und Feuchtigkeit der Atmosphäre, München 1862. — [27] Rühlmann, Die barometrischen Höhenmessungen u. f. w., Leipzig 1870. — [28] Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Stuttgart 1904, Bd. 2, Kap. 12. — [29] Derf., Barometrische Höhentafeln, Stuttgart 1886; für Tiefland und für große Höhen, Hannover 1896. — [30] Schoder, Hilfstafeln zur barometrischen Höhenbestimmung, Stuttgart 1872; Jelinek, Anleitung zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen, Wien 1876, sowie die vorher genannten Tafeln. — [31] Vogler, Graphische Barometertafeln, Braunschweig 1880; sowie Anleitung zum Entwerfen graphischer Tafeln, Berlin 1877. — [32] Koppe, Zeitschr. für Vermessungswesen 1874; Bifchoff, ebend. 1891. *Reihertz.*

**Höhenrauch, Haarrauch, Heiderauch**, entsteht durch das Abbrennen der Torfmoore, das die alte Kulturmethode erforderte.

Je nach Stärke und Richtung der herrschenden Winde und der Größe der brennenden Moore erlangt die durch den Rauch erzeugte Trübung des Himmels eine mehr oder weniger große Ausdehnung, ihrer Herkunft nach durch das gleichzeitige Auftreten eines eigentümlich brandigen Geruches charakterisiert. Merkwürdigerweise wurde diese Ursache des Höhenrauchs erst spät allgemein erkannt. *Großmann.*

**Höhenrichtmaschine**, Vorkehrung zur Einstellung der Höhenrichtung für Geschütze; f. Lafettierung.

**Höhenrichtung**, f. Ballistik.

**Höhenstufe** (Höhentafeln), f. Höhenmessung, barometrische, S. 94.

**Höhenwinkel**, in der Geodäsie und sphärischen Astronomie der Winkel zwischen einer Zielrichtung und ihrer vertikalen Projektion auf den Horizont. In der Praxis der Messung von Höhenwinkeln tritt sehr häufig an seine Stelle die Zenitdistanz, welche den Höhenwinkel zu  $90^\circ$  ergänzt ( $h = 90^\circ - z$ ).

Je nach dem Zweck der Höhenwinkelmessung und der dadurch bedingten Genauigkeit richtet sich die Anwendung sehr verschiedener Instrumente. Für einfache geodätische Aufnahmen gebraucht man Gradbögen, an denen die Richtung der Visierlinie gegen den Horizont mit Hilfe von Pendeleinrichtungen oder mittels Libellen abgelesen werden kann (z. B. die Neigung von gemessenen Linien gegen den Horizont, um deren Längen auf den Horizont reduzieren zu können oder um genäherte Höhenbestimmungen von terrestrischen Objekten zu erhalten, deren Entfernung man kennt). Weiterhin werden Schrauben zu folchem Zwecke verwendet, für die der Winkelwert einer Umdrehung bekannt ist (beim Nivellierinstrument [Stampfer] oder auch in der Tachymetrie [f. d.]). — Für genauere derartige Messungen, und wenn solche auch für größere Höhen bestimmt sein sollen, verwendet man dann die Höhenkreise an den Kippregeln oder den Theodoliten (f. d.), und für die genauesten derartigen Messungen, wie sie für die Zwecke

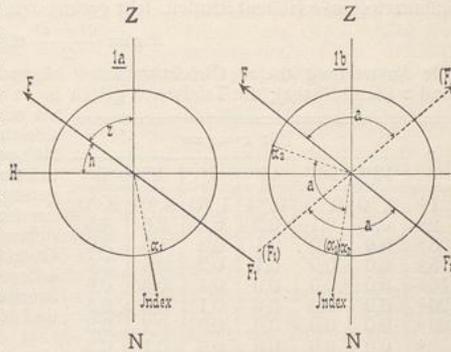
der höheren Geodäsie und der Astronomie nötig werden, kommen die großen Universalinstrumente, Höhenkreise, Meridiankreise u. f. w. in Verwendung. Die Methoden zur Messung von Höhenwinkeln sind vor allem bedingt durch die Art des anvisierten Objektes, d. h. ob daselbe ein festliegendes (irdisches) oder ein mit der Zeit seinen Ort änderndes (meist celestisches — Gestirn — oder etwa ein Luftballon oder dergl.) ist. Davon wird es abhängen, ob man an dem benutzten Instrument direkt die der genauen Horizontal- oder Vertikalrichtung entsprechende Ableitung kennen muß oder ob sie, wie im ersteren Falle, durch die Art der Messung nicht nur eliminiert, sondern ihre Kenntnis sogar überflüssig wird, was allerdings nicht ausschließt, daß man den sogenannten Zenitpunkt oder Horizontpunkt des Kreises mit bestimmt, um eine Kontrolle für das Instrument zu erhalten. Des weiteren werden diesen beiden Arten der Höhenwinkelmessung verschiedene Korrekturen wegen Refraktion (f. d.) zuerteilt werden müssen. Die durch die Aufstellung und die Konstruktion der Instrumente bedingten Korrekturen (Instrumental- resp. Aufstellungsfehler) werden aber in beiden Fällen in gleicher Weise zur Wirkung kommen. — Um nun zu erläutern, wie man an einem Kreise, dessen Ebene vertikal steht, einen Höhenwinkel zu messen pflegt, denke man sich in der Figur die schematische Darstellung des Kreises mit seiner von 0 bis 360° durchgehenden Teilung; mit diesem Kreise fest verbunden mag das Fernrohr sein, dessen Zielrichtung die Linie  $FF_1$  zur Anschauung bringt. Weiterhin sei an irgend einer Stelle des Instruments der zum Ablefen des Kreises dienende Index so angebracht, daß seine Lage gegenüber den übrigen Teilen des Instruments auch bei dessen Drehung um eine vertikale Achse konstant bleibt oder daß die Verbindungslinie des Index mit der Kippachse des Fernrohres resp. mit dem Zentrum des Kreises gegen den Horizont eine konstante Neigung hat. Ist außerdem  $H-H$  eine durch das Zentrum des Kreises gelegte Horizontale, so wird  $ZN$  die Vertikale im Beobachtungsort sein und somit der Winkel  $z=90-h$  die Zenitdistanz der Zielrichtung  $FF_1$ . Macht man nun in der in 1a dargestellten Lage des Instruments eine Ablefung des Kreises am Index vom Betrage  $\alpha_1$ , dreht darauf das Instrument um die Vertikalachse um 180°, so wird die Richtung der Visierlinie die in 1b gezeichnete dargestellt sein, während sich in der Lage der Instrumententeile zueinander gar nichts geändert hat. Um nun das Fernrohr wieder in die Richtung nach dem zuerst anvisierten Objekte zu bringen, muß man daselbe offenbar um den Winkel  $a$  im Sinne des Pfeiles drehen; um diesen Betrag  $a$  wird sich daher auch die Ablefung  $\alpha_2$  der Kreise am Index geändert haben müssen. Also hat man  $a=\alpha_2-\alpha_1$ , und dieser Winkel entspricht, wie sofort einzusehen ist, bei der oben vorausgesetzten Annahme der doppelten Zenitdistanz des Objektes, also

$$a = \alpha_2 - \alpha_1 = 2z = 2(90 - h) = 180^\circ - 2h \quad \text{oder} \quad z = 90 - h = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}.$$

Außerdem folgt aus dieser einfachen Betrachtung, daß die Lage des Index an sich ganz gleichgültig ist und daß man diejenige Stelle am Kreis erhalten wird, welche der Richtung des Fernrohres nach dem Zenit entspricht, wenn man das Mittel aus  $\alpha_2$  und  $\alpha_1$  bildet (eventuell die eine Zahl vermehrt um 360° für den Fall, daß der Index bei der Drehung des Fernrohres über den Nullpunkt des Kreises hinweggegangen ist), d. h. es ist

$$\text{Zenitpunkt} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \quad \text{oder} \quad = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} + 180^\circ.$$

Nach diesen für jede Höhenmessung prinzipiellen Erläuterungen werden sich im speziellen die Ausdrücke sofort angeben lassen für die Fälle anderer Bezifferung der Höhenkreise, z. B. für zweimal von 0–180° oder für viermal von 0–90° und auch dann, wenn die Richtung der Bezifferung variiert. — Im allgemeinen sind die Indices zur Kreisablefung in Form von Verniers (Nonien) oder Mikroskopen ausgeführt, und dieselben sind zur Bequemlichkeit der Messung auch so angebracht, daß an ihnen entweder genäherte Zenitdistanzen oder Höhen direkt abgelesen werden für den Fall, daß solche Messungen nur in einer Kreislage ausgeführt werden sollen. (Nur bei Messungen untergeordneter Art zulässig.) Um die Lage der Ablesevorrichtung jederzeit kontrollieren oder eine Abweichung derselben von der Sollstellung in Rechnung ziehen oder korrigieren zu können, ist mit derselben fast stets eine mehr oder weniger empfindliche Libelle verbunden. In manchen Fällen ist auch mit dem Fernrohr selbst eine Libelle derart verbunden, daß diese einspielt, wenn die Fernrohrabsehenslinie horizontal steht (Kippregel oder Tachymetertheodolite). Die Justierung dieser Lage hat nach den Regeln der Tachymetrie (f. d.) zu erfolgen. — Dann braucht man nur eine Ablefung des Kreises (oder nur der meist vorhandenen Sektoren) zu machen bei einspielender Libelle und bei der Richtung des Fernrohres nach dem Objekt. Die Differenz gibt unmittelbar den Höhenwinkel. Die Abweichung der Kreisablefung bei horizontaler resp. vertikaler Visierrichtung von Null nennt man den Indexfehler, wenn das Instrument so eingerichtet ist, daß direkt Höhen- oder Zenitdistanzen abgelesen werden sollen. Der Betrag dieses Fehlers ist dann an die direkte Kreisablefung anzubringen; er wird bestimmt, indem man das Fernrohr, wie eingangs beschrieben, in beiden Lagen des Kreises (Kreis „Rechts“ und Kreis „Links“) auf ein festes, gut sichtbares irdisches Objekt richtet, die Ablefungen  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  macht; deren Mittel soll 0° oder 180° sein, die Abweichung davon ist dann der „Indexfehler“.



Ist das Objekt der Messung ein bewegtes (cölestisches, ein Stern oder dergl.), so gilt die Regel  $z = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}$  nicht mehr, denn der Höhenwinkel hat sich in der von der ersten bis zur zweiten Einstellung verstrichenen Zeit geändert. Man muß also dann stets den Zenit- resp. Horizontpunkt kennen, wenn man die einzelnen Zenitdistanzen ableiten will. Es sind dann, wenn nach obigem der Zenitpunkt  $\alpha_z$  gefunden worden ist, die einzelnen Zenitdistanzen für die Ablefungen entweder  $\alpha_z - \alpha$  oder  $\alpha - \alpha_z$ , je nachdem in Kreislage „rechts“ oder „links“ (resp. umgekehrt) beobachtet worden ist. Sind die Beobachtungen symmetrisch auf beide Lagen verteilt, so wird aus dem Mittel aller Zenitdistanzmessungen ein Fehler in der Annahme des Zenitpunktes wieder herausfallen, und es ist deshalb gestattet, diese Annahme auf ganze Minuten behufs einfacher Rechnung abzurunden. — Die nach dem eben beschriebenen Verfahren gemessenen Zenitdistanzen oder Höhen sind aber noch mit Fehlern behaftet, die entweder von der unrichtigen Aufstellung des Instruments oder von den Einflüssen der Atmosphäre herrühren. Die ersteren lassen sich durch die Methode der Anordnung der Beobachtungen entweder bestimmen oder wegchaffen. Der Einfluß der Achsenfehler und der Aufstellungsfehler ist aber auch, sobald es sich nicht um kleine Zenitdistanzen (große Höhen) handelt, sehr gering, wie die Formel für eine solche Korrektur  $\Delta z$  zeigt:

$$\Delta z = \frac{c^2 + i^2}{2} \operatorname{ctg} z + c i \operatorname{cosec} z.$$

Die Auswertung dieser Gleichung zeigt folgendes Tafelchen für verschiedene Werte von  $i, c$  und  $z$  (Zenitdistanz); die Tafelwerte gelten in sehr nahe gleichem Betrage sowohl für das erste als auch für das zweite Glied der rechten Seite der Gleichung für  $\Delta z$ . — Man sieht also, daß bei geringen Höhen selbst bei recht mangelhafter Justierung des Instruments der Einfluß der Instrumentfehler recht gering bleibt. Wegen des Einflusses der Strahlenbrechung (Refraktion, f. d.) mißt man die Zenitdistanzen sowohl bei irdischen als auch cölestischen Objekten stets zu gering, die Höhen zu groß. — Im ersteren Falle hängt die Korrektur wegen Strahlenbrechung von der Distanz des anvisierten Objektes ab und ist gleich

$$\Delta z = \frac{1 - k}{2R} d^2,$$

wo  $k$  im Mittel gleich 0,13,  $R$  der Erdradius (6381 000 m) und  $d$  die horizontale Entfernung des Objektes vom Beobachtungsort in Metern ausgedrückt ist. Der Betrag der „astronomischen“ Refraktion hängt nur von der Zenitdistanz des anvisierten Gestirnes und von dem physikalischen Zustand der Atmosphäre ab. Im Horizont beträgt sie etwa 32 Bogenminuten, bei 45° Höhe etwa 1' und im Zenit ist sie gleich Null. — Genaueres über diesen Gegenstand muß in dem Art. Refraktion nachgelesen werden. — Durch die Schwere wird sowohl das Objektiv- als auch das Okularende des Fernrohres nach unten gebogen; ist diese Biegung in den verschiedenen Zenitdistanzen verschieden, so tritt zu vorstehenden Korrekturen für Höhenwinkel noch eine solche für Biegung hinzu, welche im Horizont ihr Maximum erreicht, im übrigen aber dem Sinus der Zenitdistanz proportional ist. — Auch erleiden die sehr großen Instrumenten die Kreise selbst solche der Biegung ähnliche Deformationen (vgl. darüber Universalinstrumente und Meridian- bzw. Vertikalkreife).

Literatur: Das Nähere über die Messung der Höhenwinkel muß in den Lehrbüchern der Geodäsie oder der sphärischen Astronomie nachgelesen werden; im besonderen sei hier verwiesen auf: Jordan, W., Handbuch der Vermessungskunde, Bd. 2, Feld- und Landmessung, 6. Aufl., bearbeitet von C. Reinhertz, Stuttgart 1904; Bohn, C., Die Landmessung, Berlin 1886, und Bauernfeind, C. M., Elemente der Vermessungskunde, Stuttgart 1890. Bezüglich der astronomischen Höhenmessung sind zu vergleichen die Lehrbücher der sphärischen Astronomie von Brunnow, Chauvenet, Heer und Tinter und die Hilfstafeln für geographische Ortsbestimmungen von Th. Albrecht.

Ambronn.

**Höhenzenter, f. Reitstock.**

**Höhere Gewalt.** Aus dem Streit der Meinungen über Sinn und Tragweite des Begriffs haben sich zwei Sätze zu allgemeiner Anerkennung durchgerungen, nämlich: 1. daß unter den Begriff der höheren Gewalt nur fallen von außen kommende Ereignisse, die nach menschlicher Einsicht nicht voraussehen und deren Eintritt und Folgen durch Vorkehrungen, welche zu dem zu erreichenden Erfolg in vernünftigem Verhältnis stehen, nicht abgewendet werden können; und 2. daß es demgemäß eine allgemein gültige Formel für das, was höhere Gewalt sei, nicht gibt, daß vielmehr je nach der Verschiedenheit des einzelnen Falles die Entscheidung verschieden ausfallen könne.

Es liegt auf der Hand, daß die praktische Verwertbarkeit des ersten Satzes durch den zweiten erheblich eingeschränkt wird; ferner geht offensichtlich die Tendenz der Rechtsprechung dahin, das Anwendungsgebiet der „höheren Gewalt“ möglichst eng zu begrenzen. Da nach obiger Begriffsbestimmung nicht einmal Naturereignisse stets und unbedingt als „höhere Gewalt“ anzusehen sind, so wird die Frage doppelt zweifelhaft, wenn es sich um — sich oder andre schädigende — Handlungen dritter (betriebsfremder) Personen handelt. Zum

z	Für i = c =					
	10''	20''	40''	1'	2'	3'
1°	0,00	0,01	0,04	1,00	4,00	9,00
2°	0,0	0,1	0,2	0,5	2,0	4,5
3°	0,0	0,0	0,1	0,3	1,3	3,0
5°	0,0	0,0	0,1	0,2	0,8	1,8
10°	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,9
20°	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5
30°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3
50°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
70°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
90°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1

Beispiel wurde zwar ein orkanartiger Sturm, der einen Eisenbahnzusammenstoß verursachte, als „höhere Gewalt“ anerkannt, nicht aber der plötzliche Eintritt eines dichten Nebels; ferner zwar ein Sturz infolge plötzlicher Ohnmacht, nicht aber das ungewöhnliche Anstürmen des der Beförderung harrenden Publikums auf einen einfahrenden Zug; ferner zwar ein Achsenbruch, wenn eine rüchlose Hand einen Steinblock auf die Schienen legte, nicht aber, wenn der Grund des Bruchs die (unbekannte) mangelhafte Beschaffenheit der Achse oder Frost war u. f. w. — Eine praktisch wichtige Frage ist, ob ein Streik höhere Gewalt darstelle; auch sie läßt sich allgemein nicht beantworten, doch wird sie meist zu verneinen sein, wenn nicht etwa geradezu unünftige Forderungen, die den sicheren Ruin des Arbeitgebers bedeuten würden, durch den Streik erzwungen werden sollen. Aussperrungen, sei es in einem einzelnen Betrieb oder einer ganzen Branche, etwa auf Grund Verbandsbeschlusses, können für den Arbeitgeber nicht als höhere Gewalt gelten. — Die Frage, ob der Generalunternehmer (z. B. der bauleitende Architekt) sich unter Berufung auf höhere Gewalt von der Einhaltung seiner Fristen um deswillen befreien könne, weil im Betrieb eines Unterakkordanten (z. B. im Steinhauer- oder Zimmermannsgewerbe) gestreikt wird, könnte nur bejaht werden, wenn der Streik nicht vorauszu sehen war und seine Folgen durch kein Mittel und keine Aufwendungen, die zur Größe des Objekts (also nach obigem Beispiel: zum Wert des Baus) noch irgend in einem vernünftigen Verhältnis stehen, befristet werden können. Will also der Unternehmer sicher gehen, so muß er in seinen Vertrag die Streikklausel aufnehmen oder zum mindesten die Fristen zur Fertigstellung der Arbeiten genügend groß bemessen. Letzteres hätte auch die weitere, sehr wünschenswerte Folge, daß unzählige Vertragsstrafforderungen und -prozesse wegen Fristüberschreitungen von vornherein ausgeschlossen wären.

Liegt nun im einzelnen Fall wirklich höhere Gewalt vor, so wird der Verpflichtete im allgemeinen von der Verpflichtung zur Leistung (gegebenenfalls zur Leistung innerhalb der ihm gesetzten Frist) frei, vgl. § 275 B.G.B. und die in den folgenden Paragraphen gegebenen näheren Detailbestimmungen; liegt wirklich höhere Gewalt vor, so werden der Gastwirt (§ 701 B.G.B.), der Tierhalter (§ 833 B.G.B.) und der Bauwerksbesitzer (§ 836 B.G.B.) von ihrer Haftpflicht (f. d.) befreit; so haftet die Eisenbahn für den Schaden, der durch Verlust oder Beschädigung des Frachtguts von der Annahme bis zur Ablieferung entsteht, nicht (§ 456 H.G.B.); so darf dieselbe die Uebernahme von Gütern verweigern (§ 453 H.G.B. und Art. 5 des Berner internationalen Uebereinkommens vom 14. Oktober 1890, Reichsgesetzblatt S. 733 ff.); so haftet sie nicht für einen bei ihrem Betrieb entstandenen Schaden an Leib und Leben (Reichshaftpflichtgesetz, § 1) und für Sachschaden (z. B. württembergisches Gesetz, betreffend die Haftung für Sachschaden beim Eisenbahnbetrieb, vom 4. Juni 1903); so ist die Verbindlichkeit der Postverwaltung für Verlust oder Beschädigung von Postsendungen ausgeschlossen (§ 6 des Postgesetzes von 1871, Reichsgesetzblatt, S. 349), und andre allgemein weniger bedeutungsvolle Fälle mehr.

Literatur: Von zahllosen Entscheidungen des Reichsgerichts und gelegentlichen Bemerkungen in Werken verschiedensten Inhalts abgesehen, mögen hervorgehoben werden: Eger, Kommentar z. Reichshaftpflichtgesetz, § 1; Staub, Kommentar z. Handelsgesetzbuch, § 436. *Sick.*

**Höhfries**, das aufrechtstehende Rahm- oder Friesstück bei gestemmen Täferungen oder Türen (f. d.).

**Höllennöl**, f. Olivenöl.

**Höllenstein**, f. Silbernitrat.

**Hörner**, f. Sägen.

**Hörfaal**, Saal in Hochschulen zur Abhaltung von Vorlesungen. S. Saal.

**Höfchotypie**, f. Photochromographie.

**Hövellit**, f. v. w. Sylvin (f. d.).

**Höxterstein** (Sollinger Fliesen), f. Fliesen, schwedische.

**Hof**, der freie, unüberbaute Raum neben oder zwischen Gebäuden, der von diesen oder von einer Einfriedigung umschlossen ist.

Je nach der Lage zu den Gebäuden und seiner Bestimmung unterscheiden wir: 1. Vorhof, der zwischen der Straße und dem Hauptgebäude liegt. 2. Mittel- oder innerer Hof, von Gebäuden rings umschlossen, in südlichen Ländern oft mit Bogenöffnungen umgeben, die unter Abhaltung der Sonnenstrahlen Licht und Luft in das Innere der Gebäude leiten; im Norden oft teilweise überdacht oder mit Glasdach versehen, um den Raum trocken und geschützt zu halten und ihn besser nutzbar zu machen. 3. Hinterhof, Dienst-, Stall- oder Küchenhof, an dem die Wirtschaftsräume, die dem Auge zu entziehen sind, liegen. Die Höfe sind, wenn tunlich, mit einer Zufahrt oder Durchfahrt in Verbindung zu setzen; sie sind zu pflastern, ins Gefäll zu legen und mit einer Entwässerung zu versehen.

Bei städtischen Wohngebäuden soll die Größe der Höfe mit der bebauten Fläche in einem Verhältnis stehen, daß noch hinreichend Luft und Licht in das Gebäude gelangen kann; man rechnet, daß der freie Hofraum ein Drittel des bebauten Grundstücks betragen soll. Für das Regenwasser kann eine Zisterne vorgesehen werden. Soll mit Wagen gewendet werden können, so bedarf der Hof mindestens einer Breite von 8,0 m. Ueber die Höfe im ländlichen Bauwesen *Weinbrenner.*

**Hofmanns Violett**, f. Farbstoffe, künstl. organische, Bd. 3, S. 631 u. 633.

**Hoftau**, f. Hoofdtau.

**Hogshead**, englisches Flüssigkeitsmaß (Oxhofs) = 63 Imp. Gallons = 572,5 l.

**Hoheitsföcke** sind die Landesgrenzen bezeichnende, in den Landesfarben

angefrichene Pfähle, die, aus Holz oder Eifen hergestellt, mit einer entsprechenden Tafel versehen werden, auf der das Wappen bzw. die betreffende Aufschrift angebracht wird.

L. v. Willmann.

**Hohldocken**, f. Brille.

**Hohleifen, Hohlflacheifen**, f. Bildhauereifen, Bd. 2, S. 31, und Stemm- und Stechwerkzeug.

**Hohlgewebe**, f. Weberei.

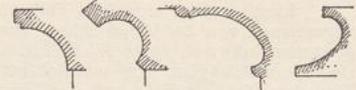
**Hohlhauer** sind besondere Arten von kleinen Meißeln zum Nacharbeiten der Einschnitte in den Schlüsselbärten. Die Einschnitte in den Bärten der Schlüssel, die zu Eingerichtschlößern (f. Schloß) gehören, werden mit kleinen Kreuzmeißeln (f. Meißel) ausgehauen (wobei der Schlüssel in einer im Schraubstocke eingespannten Bartkluppe von eigentümlicher Bauart liegt) und mit einer andern Art Meißel, dem Hohlhauer, nachgearbeitet.

E. Müller-Dresden.

**Hohlkanteifen** ist ein Vierkanteifen, welches auf den vier Seitenflächen durch je eine längslaufende Rinne ausgehöhlt ist, so daß sein Querschnitt an die Sternform erinnert. Es wird für leichte Säulen, Gitterstäbe u. f. w. verwendet.

**Hohlkehle** (Hohlleiste, Einziehung), ein Bauglied, das nach einem eingezogenen Viertel- oder Halbkreis oder einer andern zusammengesetzten Bogenlinie gekrümmt ist (f. die nebenstehenden Figuren).

Weinbrenner.



**Hohlkehelhobel**, f. Hobeln.

**Hohlkugeln** erfordern nach Festigkeitsrückfichten eine gewisse Wandstärke. Bei mäßigem Druck  $p$  im Innern und entsprechend geringer Wandstärke berechnet man die Zugspannung  $s$  in der Wandung  $\delta$ , indem man sich einen diametralen Schnitt der Kugel denkt und die auseinandertreibende Kraft  $p \cdot \pi r^2 = 2\pi r \delta s$  setzt, also:  $\delta/r = p/2s$ , d. i. halb so viel als bei dem Hohlzylinder (f. d.) von gleichem Durchmesser. Starke Hohlkugeln mit innerem Ueberdruck erleiden eine tangentielle Zugspannung mit dem Höchstwert  $s$  an der Innenseite und eine Druckspannung in radialer Richtung, deren Höchstwert  $k$  ebenfalls an der Innenseite der Wandung herrscht. Nach v. Bach's Angaben [1] bestehen zwischen der Wandstärke  $\delta$  cm, dem inneren Radius  $r$  cm und dem inneren Ueberdruck  $p$  Atmosphären die Beziehungen:

$$\frac{\delta}{r} = \sqrt[3]{\frac{s+0,4p}{s-0,65p}} - 1 \text{ und } \frac{\delta}{r} = \sqrt[3]{\frac{k-0,4p}{k-1,3p}} - 1.$$

Zum Beispiel:

$p/s = 1/100$	$1/10$	$1/6$	$1/3$	$1/2$	$2/3$	$5/6$	1	$5/4$	1,538
$\delta/r = 0,0035$	0,036	0,062	0,131	0,211	0,309	0,428	0,587	1,00	$\infty$
$k/s = 0,86$	0,93	0,98	1,10	1,23	1,35	1,475	1,60	1,78	2,00.

Hohlkugeln mit äußerem Ueberdruck erleiden nach [1] eine tangentielle Druckspannung mit dem Höchstwert  $k$  an der Innenseite und im Zusammenhang damit eine radiale Zugspannung  $s$ , die  $2/7$  des Wertes der Druckspannung erreicht. Hierfür gilt, wenn  $R$  den äußeren Halbmesser der Hohlkugel bezeichnet:

$$\delta/R = 1 - \sqrt[3]{1 - 1,05 p/k} \text{ für die tangentielle Druckspannung}$$

$$\text{und } \delta/R = 1 - \sqrt[3]{1 - 0,9 p/s} \text{ für die radiale Zugspannung.}$$

Zum Beispiel:

$p/s = 1/100$	$1/10$	$1/6$	$1/3$	$1/2$	$2/3$	$5/6$	1	$10/9$
$\delta/R = 0,003$	0,031	0,053	0,112	0,181	0,263	0,370	0,536	1

Auch hier wird, sofern auf Einknicken der Wandung nicht Rücksicht zu nehmen ist, die Wandstärke der Kugel kleiner als für den Zylinder.

In der praktischen Ausführung bietet die Hohlkugel gegenüber dem Hohlzylinder bedeutende Schwierigkeiten, so daß die theoretisch günstigere Beanspruchung der Wandung dagegen meist kaum noch in Betracht kommt. Durch Gießen lassen sich Hohlkugeln nicht ohne Kernlöcher herstellen, und beim Nieten aus Blech hat man viel Verschnitt und Schwierigkeiten beim Treiben, Buckeln der Platten und beim Zusammenpassen der Nietstellen. Bei Vakuumpfannen aus dem dehnbaren teuern Kupfer ist die Kugelform am Platze, da die Hohlkugel die geringste Wandfläche im Verhältnis zum Inhalt hat. — Zu berücksichtigen ist noch, daß die „allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln“ in § 1 Heizkörper von Gußeisen bis 25 cm lichter Weite bei zylindrischer Gestalt und bis zu 30 cm bei Kugelgestalt zulassen.

Halbkugelschalen in Gußeisen und Kupfer eignen sich zu Koch- und Schmelzpfannen besser als Zylinder, weil sich die Spannungen bei ungleicher Erhitzung in der doppelt gewölbten Fläche leichter ausgleichen als im Zylinder und dessen Bodenansatz.

Literatur: [1] Bach, C., Elastizität und Festigkeit, Berlin 1905, S. 563; Derf., Maschinen-elemente, Stuttgart 1903.

Lindner.

**Hohlmaße**, im Gegensatz zu den Körpermaßen, dienen zur Bestimmung der Menge von Waren, deren drei Abmessungen nicht unmittelbar ermittelt werden können.

Man unterscheidet zwischen Hohlmaßen für Flüssigkeiten (Flüssigkeitsmaßen) und Hohlmaßen für trockene Gegenstände. Im metrischen System bildet das Liter die Einheit der Hohlmaße, in England das Imperial-Gallon, in Amerika für Flüssigkeiten das amerikanische Gallon (5 Imperial-Gallon = 6 amerikanische Gallon), in Rußland für Flüssigkeiten der Wedro, für trockene Gegenstände der Tichetwert, in der Türkei für trockene Gegenstände das Kilé, in Aegypten für trockene Gegenstände der Ardeb. *Plato.*

**Hohlmauern**, Mauerkörper mit Hohlräumen, welche, in lotrechtem Sinne durch die ganze Mauer aufsteigend, als Rauch-, Heißluft- und Lüftungskanäle (Dunströhren) sowie zur Aufnahme von Wasserleitungs-, Heiz- und andern Röhren dienen oder welche durch die in ihnen enthaltene isolierende Luftschicht zur Trocken- und Warmhaltung der Gebäude, zur Verminderung der Schallfortpflanzung und zur Ersparung an Mauermaterial beitragen.

Bei Herstellung der in verschiedener Anordnung lotrecht durch die Mauer durchlaufenden Kanäle (Luft- und Rauchröhren) ist die allgemeine Verbandregel zu beachten, daß in zwei aufeinander folgenden Schichten die Stoßfugen vollständig überbunden werden (s. Fig. 1). Die Querschnittsgrößen solcher Kanäle sind meist durch Rechnung festzustellen, werden aber bei Backsteinmauern den Abmessungen der Backsteine angepaßt und am besten rechteckig geformt. Die Scheidewände (Zungen) zwischen mehreren nebeneinander liegenden Kanälen werden meist  $\frac{1}{2}$  Stein stark gemacht, häufig auch, besonders wenn ein Lüftungskanal neben einem Rauchrohr liegt, aus Eisenplatten hergestellt, um durch Ausnutzung der Rauchwärme im Rauchrohr die Aufwärtsbewegung der Luft im Lüftungskanal zu fördern. Werden die Hohlmauern zum Zweck der Isolierung gegen Feuchtigkeit und Kälte verwendet, so brauchen sie nicht ununterbrochen lotrecht durchgeführt zu werden, sondern erhalten in den verschiedenen Schichten durch die erforderlich werdenden Bindersteine *B* (s. Fig. 2 und 3) eine Versetzung. Soll die äußere Mauerhälfte 1 Stein stark werden, so würde bei  $1\frac{1}{2}$  Stein starken Mauern die Innenhälfte nur  $\frac{1}{2}$  Stein stark (s. Fig. 2), was zur Auflagerung der Gebälke zu schwach wäre, so daß die in Fig. 3 veranschaulichte Anordnung zweier 1 Stein starker Mauerhälften vorzuziehen ist. Der Hohlraum wird gewöhnlich  $\frac{1}{4}$  Stein (etwa 6—7 cm) breit angenommen. Soll jedoch Feuchtigkeit abgehalten werden, so ist es besser die Zwischenräume etwa 12 cm stark zu machen oder doppelte Hohlräume anzunehmen [2]. Bei Befürchtung von Feuchtigkeit für die äußere

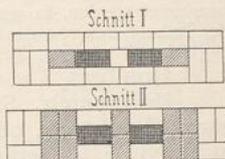


Fig. 1.

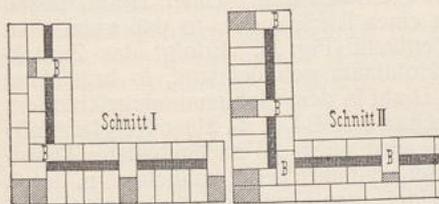


Fig. 2.

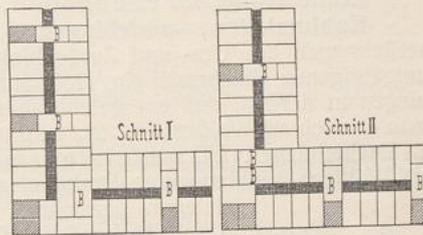


Fig. 3.

Mauerhälfte erweisen sich auch die Bindersteine als nachteilig, da sie die Feuchtigkeit zur inneren Mauerhälfte hinüberleiten, was durch den beim Mauern herabfallenden, auf ihnen liegenden Mörtel nur befördert wird und wogegen auch das Eintauchen der Bindersteine vor ihrer Verlegung in heißen Kohlenteer nicht vollständig schützt.

Diese Nachteile der Bindersteine wurden von Schmöcke [3] dadurch zu beseitigen gesucht, daß er statt der in den verschiedenen Schichten verschieden verlegten Bindersteine ganz durchlaufende Binderpfeiler verwendete, während Müschen [4] und Bettfaedt [5] umspringende Isolierschichten anwendeten. Am besten ist die Verwendung von Hohlsteinen.

Literatur: [1] Handb. d. Arch., Darmstadt 1886, 3. Teil, Bd. 1, Heft 1, S. 48; 3. Teil, Bd. 2, Heft 1, S. 40. — [2] Haarmanns Zeitchr. f. Bauhandw. 1887, S. 31, 105; 1888, S. 131. — [3] Deutsche Bauztg. 1883, S. 37. — [4] Ebend. 1884, S. 375. — [5] Baugew.-Ztg. 1884, S. 111. — Für polygonale und runde Mauerkörper mit Hohlräumen vgl. Handb. d. Arch., 3. Teil, Bd. 4, Abt. 4, Abfchn. 4B., Kap. 4c. *L. v. Willmann.*

**Hohlmeißel**, f. Werkzeugfähle.

**Hohl Pfeiler**, nicht mit Mauern in feittlicher Verbindung stehende Luft- oder Rauchkanäle, die einzeln oder in Gruppen vereinigt, z. B. als Schornsteine, von der Dachbalkenlage an oder selbständig für sich (s. Fig. 1 und 2) aufgemauert werden. Für den Steinverband gelten dieselben Regeln wie bei den Hohlmauern.

Bei Schornsteinen von kleinerem Querschnitt werden die Wandungen und etwa vorhandene Zungen einen halben Stein stark gemacht, und es wird der Schornstein- oder Läuferverband angewendet (s. Fig. 1 und 2). Bei größeren Querschnitten und Höhen werden die Wandungen einen Stein stark (s. Fig. 3 und 4) und stärker angenommen. Bei Fig. 4 entfällt die

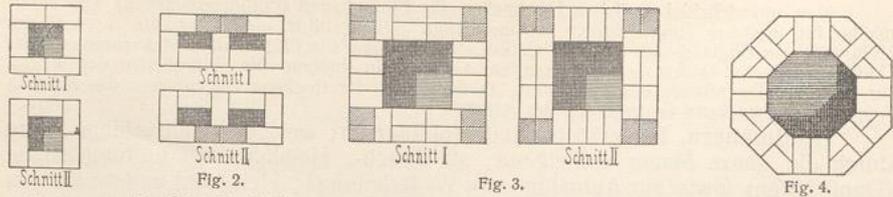


Fig. 1. zweite Schicht, indem man sich die dargestellte Schicht um  $45^\circ$  gedreht denkt. Bei kreisförmigen Querschnitten gelten die Verbandregeln für gekrümmte Mauern (f. d.).  
Literatur f. unter Hohlmauern. *L. v. Willmann.*

### Hohlrad, ein Zahnrad mit nach innen gerichteten Zähnen.

Der Armstern oder die hierfür meist bevorzugte volle Scheibe des Rades sitzt seitwärts am Zahnkranz und macht die Durchführung der Welle des eingreifenden kleineren Triebes unmöglich. Man würde sonst das Hohlrad viel öfter benutzen, weil es günstigeren Zahngriff, geringere Zahnreibung und besseren Schutz für die Verzahnung bietet. Sollen die Zahnflanken bearbeitet werden, so muß der Zahnkranz für den Auslauf des Werkzeuges 20–60 mm je nach der Teilung frei von der Radfläche vorsehen oder er muß als besonderes Stück ausgeführt und angeschraubt werden. Bei Hohlradantrieb laufen beide Wellen in gleicher Richtung um. *Lindner.*

### Hohlspat, f. v. w. Chiaftolith, f. Andalufit.

**Hohlspaten**, Spaten mit im Querschnitt gekrümmtem Blatt; Spaten von etwa 0,5 m Länge, oben 0,09 m und unten 0,06 m Breite, werden zuweilen in der in Bd. 3, S. 51, ersichtlichen Gestalt (Schwanenhals) zum Auswerfen der zur Aufnahme des Drainrohres dienenden untersten Rinne des Drainagegrabens verwendet. *Lubberger.*

**Hohlsteine**, gebrannte Ziegelsteine oder Terrakotten, welche mit mehr oder minder großen durchgehenden Höhlungen versehen sind; f. Backsteine, Formziegel, Gewölbsteine, Hourdis, Terrakotten, Ziegel. *Dümmler.*

### Hohlfrängig, f. Zwirn.

### Hohltraverse, f. Festungsbau, Bd. 3, S. 743.

**Hohlumlegen, -umschlagen, -umlegemaschinen.** Unter Hohlumlegen versteht man das Um- und Zurückbiegen eines Blechrandes, so daß unter dem umgebogenen Blechrand ein Hohlraum entsteht (Fig. 1). Erfolgt das Zurückbiegen in der Art, daß ein geschlossener Hohlraum gebildet wird, so bezeichnet man es auch als Wulften (Fig. 2), wird ein Draht in dem Hohlraum eingeschlossen, als Drahteinlegen (f. Drahteinlegemaschinen, Bd. 3, S. 21) oder gleichfalls als Wulften; Wulften ohne Drahteinlegen wird auch als nachgebildetes Drahteinlegen bezeichnet. Bei zylindrischen, konischen u. dergl. oben und innerem (Fig. 3 unten) Hohlumlegen.

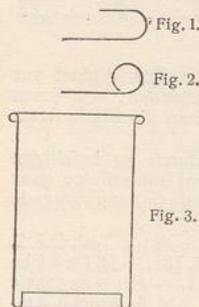


Fig. 1. Arbeitsstücken unterscheidet man zwischen äußerem (Fig. 3 oben) und innerem (Fig. 3 unten) Hohlumlegen.

Der Zweck des Hohlumlegens besteht entweder in der Versteifung des Randes eines Blechgegenstandes oder in der Vorbereitung für eine Falzverbindung (f. Falzen, Bd. 3, S. 597). Zum Hohlumlegen werden je nach der Form der Arbeitsstücke benutzt: Abkant- (Abbiege-, Abfalz-) maschinen, f. Bd. 1, S. 782, Fig. 2–5; Wulft- und Drahteinlegemaschinen, f. Bd. 1, S. 782, Fig. 6 und 7; Sieken-, Bördel- und Drahteinlegemaschinen, f. Bd. 2, S. 134, Fig. 2 und 3; Siekenzug (f. d.); Falzmaschinen, f. Bd. 3, S. 597; Drück- und Planierbänke, f. Drücken, Bd. 3, S. 147; Pressen (f. d.), vorzugsweise Exzenter- und Kurbelpressen, die mit entsprechenden Stempeln (vgl. z. B. Drahteinlegemaschinen, Fig. 1–5) ausgerüstet werden.

Literatur: [1] Smith-Kannegießer, Das Pressen, Stanzen und Prägen der Metalle, Leipzig 1903. — [2] Woodworth, J. V., Dies, their construction and use, New York 1903. *A. Widmaier.*

### Hohlwellen werden von Gußeisen (oder Stahlguß) hergestellt.

Das Durchbohren starker Kurbel- und Schiffswellen von Flußstahl auf 50–100 mm Weite hat nur den Zweck, das Innere auf Fehlstellen untersuchen zu können. Hohlgeschaltete Triebwerkwellen von Stahl bieten trotz der Gewichtsverminderung keine wesentliche Ersparnis.

Gußeiserne Hohlwellen benutzt man sowohl für Wasserräder (an Stelle der veralteten Flügelwellen), da sie sich für schwere Gewichte bei langsamem Gang gut eignen (f. Achsen, Bd. 1, S. 66, Fig. 3), als auch bei Turbinen mit Oberwasserzapfen, wobei sie sich um die das Lager tragende Stange drehen, sowie bei Hauptantriebskupplungen in Triebwerken; hierbei tragen sie zwischen den Lagern eine von einer besonderen Kraftmaschine angetriebene Seil- oder Riemenscheibe und an einem Ende die Kupplung zur Verbindung mit der durch die Hohlwelle hindurchgehenden Transmissionswelle.

Um eine Hohlgußwelle zu entwerfen, berechnet man zweckmäßig zunächst eine volle Gußwelle, trägt auf dieser als Kernform eine annähernd gleiche Wandstärke von 30—50 mm auf, rechnet die Spannung an den einzelnen Stellen dieser Hohlwelle nach und berichtigt die Form so, daß die Biegungsspannung nicht über 200, die Torsionsspannung allein nicht über 100 kg/qcm steigt; danach bilde man die Gestalt durch Erhöhung der Nabenfitze, Verklärung der Stürnzapfen u. f. w. fertig. Zur Berechnung hat man das Widerstandsmoment gegen Biegung für eine volle Welle von  $d$  cm Stärke  $W = 0,1 d^3$ , für eine Hohlwelle vom Außendurchmesser  $a$  und Innendurchmesser  $i$  cm,  $W_0 = 0,1 a^3 [1 - (i/a)^4]$ ; das polare Widerstandsmoment gegen Torsion ist je doppelt so groß. Folgende Tabelle gibt für die Hohlungsverhältnisse  $i/a$  die Ersparnis an Wellengewicht  $G_0/G$ , die Verminderung der Widerstandsfähigkeit  $W_0/W$  an und in welchem Verhältnis eine Hohlwelle dicker als eine volle Welle von gleichem Widerstandsmoment sein muß:

	$i/a = 0,2$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$G_0/G = 1 - (i/a)^3 = 0,96$		0,91	0,84	0,75	0,64	0,51	0,36	0,19
$W_0/W = 1 - (i/a)^4 = 0,998$		0,99	0,97	0,94	0,87	0,76	0,59	0,34
$a/d = 1/\sqrt[3]{1 - (i/a)^3} = 1$		1	1,01	1,02	1,05	1,10	1,20	1,43

Die Wellen sind stehend oder schräg mit verlorenem Kopf zu gießen. Lindner.

**Hohlwerk, ein mit Hohlziegeln gedecktes Dach.**

**Hohlziegel**, deren Form in Dachziegel, Firftziegel, Gratziegel beschrieben worden ist, bildeten schon bei den Dachdeckungen der Griechen und Römer einen wichtigen Bestandteil und das Vorbild für Marmorziegel, wie sie auch heute bei dem hochentwickelten Falzziegeldache (f. Falzziegel) in entsprechender formaler Ausbildung ihre Anwendung finden.

Sie kommen in Verwendung: a) Bei Ueberdeckung der Firfte und Gräte der Dachplatten- und Falzziegeldächer; bei ersteren überdecken sie sich 10—12 cm, wobei das weitere Ende von der Weiterseite abgekehrt liegt (bei Gräten ist es nach unten gekehrt). Bei steilen Gräten sind sie mit Nägeln zu befestigen, während sie an den Firften in Mörtel gelegt und die Fugen zur Dichtung eingespießt werden, ein Verfahren, das viel Unterhaltungskosten verursacht. b) In Verbindung mit breiten Flachziegeln, welche an den Seiten aufgefälzt sind, zur Ueberdeckung der Stoßfugen. c) Zur Herstellung ganzer Dachdeckungen (f. Hohlziegeldach). d) Zur Bildung von Dachkehlen.

Literatur: Breymann, Allgem. Baukonstruktionslehre, Bd. 1, Konstruktionen in Stein, Leipzig 1896; Handbuch der Architektur, 2. Teil, Bd. 2, Baukunst der Römer von Durm, Darmstadt 1885; 3. Teil, Bd. 2, Heft 5, Dachdeckungen von Koch, Berlin, Stuttgart; Musterhefte der Falzziegeleien von Ludovici in Jockgrimm, Gebrüder Couturier in Forbach (Lothringen) u. f. w., Gebrüder Gilardoni in Altkirch (Elsaß). Weinbrenner.

**Hohlziegeldach** (norddeutsch Priegendach), besteht in einer einfachen oder doppelten Deckung von Hohlziegeln auf Lattung; daselbe war im Mittelalter in allen Kulturländern üblich.

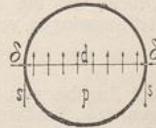
Das einfache Dach (Fig. 1) ist wenig dicht und kam nur bei steilen Dachflächen zur Anwendung; dabei waren die Stoßfugen der Ziegelreihen durch Mörtel zu dichten. Die Doppeldeckung (Fig. 2) ist sehr dicht, aber schwer; die erste Lage liegt mit der Hohlseite nach oben, die zweite mit derselben nach unten und greift in die erste ein. Im Volksmunde heißen die Ziegel der ersten Lage Nonnen, die andern Mönche; die Vorteile dieses Daches bestehen in der raschen Abführung des Wassers in den Kehlen der Ziegel und daher geringerer Schädigung durch Frost. Die Lattenweite beträgt 32 cm; auf 1 qm gehen 20 Hohlziegel. — In neuester Zeit werden solche doppelte Hohlziegeldächer aus glasierten Ziegeln von Gebrüder Gilardoni in Altkirch (Elsaß) für flache Dachungen von Lagerkellern ausgeführt; die Fugen werden durch Zement gedichtet. Weinbrenner.



**Hohlzirkel, f. Meßwerkzeuge.**

**Hohlzylinder** erfordern aus Festigkeitsrückichten eine gewisse Wandstärke. Bei der Berechnung für inneren Ueberdruck sind drei Fälle zu unterscheiden:

1. Bei nicht hohem Druck (etwa bis 50 Atmosphären) nimmt man an, daß sich die Spannung in der im Verhältnis zum Durchmesser geringen Wandstärke gleichmäßig verteilt. Der Druck, der den Hohlzylinder in einer gedachten Diametralebene zu trennen strebt, wird durch die senkrecht zu dieser Ebene stehenden Spannungen der Zylinderwandungen ausgeglichen, wobei man den Einfluß der Stirnwände vernachlässigt (f. die Figur). In dem Zylinder vom inneren Durchmesser  $d = 2r$  cm und der Länge  $l$  cm ist die Trennungskraft bei  $p$  Atmosphären Ueberdruck  $pdl$ ; in den Wandungen je von der Stärke  $\delta$  und der Länge  $l$  herrscht die Zugspannung  $s$ . Zum Ausgleich ist erforderlich, daß  $pdl = 2\delta ls$  ist oder  $2\delta d = \delta r = ps$ . Diese Formel findet die allgemeinste Anwendung. Hiernach sind Dampfkeffelmäntel mit  $s = 350$  bis 420 für einreihige und  $s = 420$  bis 530 für zweireihige und  $s = 460$  bis 570 kg/qcm für dreireihige Nietung zu berechnen, unter Zugabe von 0—0,3 cm zu  $\delta$ . (Dem entspricht bei  $s = 500$  die Faustformel  $\delta \text{ mm} = d \text{ m} \cdot p \text{ Atmosphären}$ .) Gußeiserne Rohre erhalten  $s = 200$  bis 300 und 0,7—1 cm Zugabe zur berechneten Wandstärke. Auch die Druckwasserzylinder für 50 Atmosphären berechnet man hiernach mit  $s = 200$  und 1 cm Zugabe.



Die axial gerichtete Zugspannung  $s_a$  der Zylinderwandung ergibt sich aus  $p \pi d^2/4 = \pi d \delta s_a$ , und zwar zu  $s_a = 1/2 s$ . Daher legt man die Kesselbleche mit der Walzrichtung in den Umfang und berücksichtigt die Axialspannung sonst nicht besonders.

2. Bei hohem Ueberdruck (über 50 Atmosphären) ist die ungleichmäßige Verteilung der Spannung in der Wandung zu berücksichtigen. Die innerste Schicht der Wandung übernimmt den Flüssigkeitsdruck als radiale Druckkraft und überträgt davon den Teil, den ihre tangentielle Spannung nicht selbst ausgleicht, auf die folgende Schicht u. f. w. Hierbei kommt in Betracht, daß eine gewalttame Streckung oder Drückung eines Stoffteilchens in einer Richtung eine entgegengesetzte Formänderung in jeder dazu senkrechten Richtung zur Folge hat. Die Größe der letzteren ist  $1/3$  der ersteren, und zwar etwa  $2/10$ . Aus dieser Erwägung berechnet man nach den Elastizitätsgesetzen die Spannungen, insbesondere die höchste Tangentialspannung  $s$  der innersten Schicht.

Für Zylinder ohne Axialspannung, z. B. Rohre, die zwischen festen Stirnflächen eingepannt sind, ferner hydraulische Zylinder mit Kolben, wenn der Flüssigkeitsdruck des Bodens unmittelbar, ohne Vermittlung des Zylindermantels selbst, auf ein festes Widerlager übergeht u. f. w., gilt die Formel von Grashof [1] und Winkler [2]:

$$\frac{\delta}{r} = \sqrt{\frac{s + 0,7 p}{s - 1,3 p}} - 1.$$

3. Für Zylinder, die mit Axialspannung den Druck der Stirnflächen ausgleichen, gilt die durch Winkler [2], später nochmals durch v. Bach [3] aufgestellte Formel:

$$\frac{\delta}{r} = \sqrt{\frac{s + 0,4 p}{s - 1,3 p}} - 1.$$

Die letztere Berechnungsart führt auf geringere Wandstärke als die vorhergehende, und solange  $p < 1/6 s$  ist, sogar auf geringere Werte als die erste Berechnungsart, weil die Axialspannung in günstigem Sinne der Ausweitung der Zylinderwand entgegenwirkt.

Näherungsweise kann man  $\delta/r = p/(s - p)$  setzen. Zum Vergleich seien hier einige Zahlenwerte zusammengestellt.

$\delta/r = \frac{p/s}{p/s}$	$= \frac{1/100}{1/100}$	$1/100$	$1/6$	$1/3$	$1/2$	$2/3$	$10/13$
$\delta/r = \frac{p/s}{p/s}$	$= 0,0100$	0,100	0,1667	0,333	0,500	0,667	0,77
$\delta/r = \sqrt{\frac{s + 0,7 p}{s - 1,3 p}} - 1$	$= 0,0101$	0,109	0,194	0,475	0,964	2,317	$\infty$
$\delta/r = \sqrt{\frac{s + 0,4 p}{s - 1,3 p}} - 1$	$= 0,0086$	0,093	0,167	0,414	0,852	2,082	$\infty$
$\delta/r = p/(s - p)$	$= 0,0101$	0,111	0,200	0,500	1,000	2,000	[3,33]

v. Reiche [4] empfiehlt, kleinere Zylinder mit verhältnismäßig größerer Wandstärke auszuführen, und zwar für 150 Atmosphären gußeiserne Zylinder von  $r < 100$  mm mit  $\delta = r$ ; von  $r = 100$  bis 200 mm mit  $\delta = 100$  mm; von  $r > 200$  mm mit  $\delta = 0,5 r$ .

In der Anwendung wählt man für Druckwassertrieb meist 50 Atmosphären, für hydraulische Pressen mit gußeisernen Zylindern 150 oder 300 Atmosphären, für solche mit Stahlzylindern bis 1200 Atmosphären und setzt die Spannung für Gußeisen  $s = 300$  bis 450 und sogar 600 kg/qcm, für Phosphorbronze 750—1000, für Stahl 1500 bis 2000 kg/qcm. Bei starker Beanspruchung des Zylinders ist der Boden nicht scharfwinklig anzusetzen, sondern halbkugelig zu bilden oder als besonderes Stück mit Dichtung anzusetzen bzw. einzuschrauben [5].

Starke Hohlzylinder mit äußerem Druck, z. B. gußeiserne Tauchkolben für hydraulische Pressen (mit dem äußeren Radius  $R$ ), berechnet man nach den oben gekennzeichneten Elastizitätsgesetzen nach Bach [6] mit den Formeln:

$$\delta/R = 1 - \sqrt{1 - 1,7 p/k}$$
 für die tangentielle Druckspannung  $k$  der Innenfläche,

$$\delta/R = 1 - \sqrt{1 - 0,9 p/s}$$
 für die radiale Zugspannung  $s$  der Innenfläche.

Setzt man  $k = 1,9 s$  (z. B.  $s \leq 450$  und  $k \leq 850$ ), so geben beide Formeln gleiche Werte für die Wandstärke  $\delta$ , und zwar für

$p/s = \frac{1/100}{1/100}$	$1/10$	$1/6$	$1/3$	$1/2$	$2/3$	$5/6$	1	$10/9$
$\delta/R = 0,0045$	0,046	0,078	0,163	0,258	0,368	0,500	0,684	1

Dazu kommen die für die Herstellung und Bearbeitung der Kolben erforderlichen Zugaben, wenn nicht gar der Kolben auf Tragfähigkeit (Knickfestigkeit) gegenüber der Last zu berechnen ist.

Dünnwandige Hohlzylinder mit äußerem Druck, wie Flammrohre von Wellblech, sind nach der einfachen Beziehung  $2 \delta/D = p/s$  mit  $s = 500$  kg/qcm tangentialer Druckspannung unter Zugabe von 0—0,3 cm zu dem berechneten Werte von  $\delta$  zu bestimmen. Rohre mit äußerem Druck, die ein Flachdrücken befürchten lassen, wie glatte Flammrohre zwischen Verfleisungsringen vom Abstände  $l$  cm, sind nach der Bachschen Formel [6] zu berechnen:

$$\delta = \frac{p d}{2000} \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{100 l}{p(l + D)}} \right]$$

mit Zugabe von 0,15—0 cm für 5 bis über 7 Atmosphären Kesseldruck. Für nicht überlappt genietete, sondern gelaschte oder geschweißte Rohre ist in der Formel 80 statt 100 zu nehmen, für senkrechte Rohre, die sich nicht ungleich erwärmen, 70 bzw. 50.

Ein Hohlzylinder als Walze zwischen Druckplatten erleidet nach der Entwicklung v. Bachs [3] unter dem Druck  $P$  die stärksten Biegebungsbeanspruchungen in den Querschnitten, wo die Kräfte angreifen, und zwar innen eine tangentielle Zugspannung  $s = 10,9 P l (D - d)$ , die 1,31 mal so groß ist als die tangentielle Druckspannung außen, wenn  $d = 2/3 D$  ist.

Literatur: [1] Grashof, Theorie der Elastizität und Festigkeit, Berlin 1878, S. 312. — [2] Cvilingenieur 1860. — [3] Bach, C., Elastizität und Festigkeit, Berlin 1905, S. 546, 508, 563. —

[4] v. Reiche, Maschinenfabrikation, Leipzig 1876. — [5] Reuleaux, Constructeur, Braunschweig 1882/89, S. 984. — [6] Bach, C., Maschinenelemente, Stuttgart 1903, S. 209. *Lindner.*

**Hohofen** (Hochofen), f. Roheifen.

**Hojos-Steuerung**, f. Präzisionssteuerungen.

**Holländer** (holländisches Geschirr), jene heute allgemein angewendete Maschine, welche zum Zerfasern der Hadern dient; f. Papierfabrikation.

**Holländerblau**, f. v. w. Wafchblau (f. d.).

**Holländerleere**, f. Papierfabrikation.

**Holländerwalze**, auch Messerwalze, nennt man den eigentlich wirkfamen Apparat des Holländers, welcher aus einer rotierenden, mit radial eingefetzten Messern (Schiene) versehenen Holz- oder Metallwalze befehzt; f. Papierfabrikation. *Kraft.*

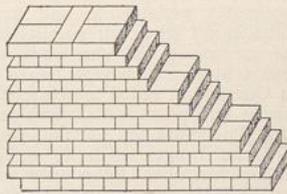
**Holländerweiß**, f. v. w. Bleiweiß (f. d.).

**Holländischblau**, f. Lackfarben.

**Holländische Flüssigkeit** (Oel der holländischen Chemiker), f. Aethylen.

**Holländische Pfanne**, f. Dachziegel.

**Holländischer Verband** hat mehrere aufeinander folgende Binderschichten, die mit Schichten abwechseln, in denen Läufer und Binder sichtbar werden, wie dies beiftehende Figur für eine 1 Stein starke Mauer zeigt. Infolge dieser Anordnung fallen allerdings keine inneren Stoßfugen übereinander; jedoch sind bei Mauerfärken von ungerader Steinbreitenanzahl fehr viel  $\frac{3}{4}$  Steine erforderlich, was unvorteilhaft ist. Die Verzahnung ist eine gleichmäßige, um je  $\frac{1}{4}$  Stein eingreifende; die Abtreppung ist eine periodifche von mehreren (im vorliegenden Falle drei) aufeinander folgenden  $\frac{1}{4}$  Stein breiten und je einer  $\frac{3}{4}$  Stein breiten Stufe.



*L. v. Willmann.*

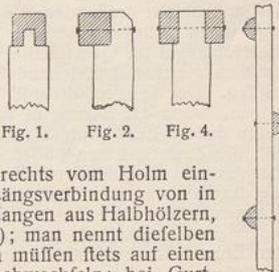
Literatur f. unter Backsteinverband.

**Holländisches Feingerüst**, f. Diemenhäuser.

**Holländisches Geschirr**, f. v. w. Holländer (f. d.).

**Holm** (Kronschwelle), wagerechter Balken über Holzpfählen, welche in einer Reihe in den Boden eingetrieben sind.

Die ältere und jetzt noch häufig vorkommende Verbindung der Pfähle mit dem Holm besteht darin, daß man an die in gleicher Höhe abgesechnittenen Pfahlköpfe Halbzapfen anschneidet und den Holm mit korrespondierenden Zapfenlöchern versehen (Fig. 1). Dieses Verfahren ist umständlich; die Zapfen und die Backen der Zapfenlöcher faulen leicht. Besser ist es, wenn der Zweck der Holme dies gestattet, an die Pfähle Blattzapfen anzuschneiden (Fig. 2); die Lagerung des Holmes ist dann die sicherste, wenn die Pfähle abwechselnd links und rechts vom Holm eingetrieben werden (Fig. 3). Die solideste, wenn auch teuerste Längsverbindung von in einer Reihe eingetriebenen Pfählen erzielt man durch doppelte Zangen aus Halbhölzern, die mit den Pfählen durch Schrauben verbunden werden (Fig. 4); man nennt dieselben auch Gurthölzer. — Die Stöße in den Holmen und Gurthölzern müssen stets auf einen Pfahl treffen; in den einzelnen Pfahlreihen sollen die Stöße abwechseln; bei Gurthölzern sollen die beiden einer Pfahlreihe angehörigen Halbhölzer gleichfalls veretzte Stöße erhalten.



*Fig. 3.*

*Schmitt-Darmstadt.*

**Holofiderite**, Meteorite (f. d.), die nahezu ganz aus gediegenem Eisen bestehen.

**Holofericbarometer**, f. Aneroid.

**Holz** ist im naturwissenschaftlichen Sinne ein Bestandteil der in der höher organisierten Pflanze befindlichen Stränge („Leitbündel“, „Gefäßbündel“), im technischen aber der entrindete Baumstamm (bezw. dessen Aeste und Wurzel). Bei den dicotylen Pflanzen deckt sich somit der naturwissenschaftliche Begriff größtenteils mit dem technischen, nicht aber bei den Monocotylen (Palmen, Gräsern), deren „Holz“stamm nicht nur den Holzteil der Gefäßbündel, sondern auch die übrigen Gewebearten, wie die Bastteile der Gefäßbündel, das Grundgewebe u. f. w., umfaßt. Die technischen Eigenschaften des Holzes (f. Bauholz, Bd. 1, S. 582) sind zunächst von dem anatomischen Bau desselben, dann aber auch von Klima

und Lage des Standortes, von Alter und Erhaltungszustand u. f. w. abhängig. Während es vom bautechnischen Standpunkt genügt, die Hölzer in zwei Gruppen, in Nadel- und Laubhölzer (f. Bd. 1, S. 583), zu teilen, ist es mit Rücksicht auf andre Gewerbe und Künfte (Tischler-, Drechflergewerbe, Bildhauerei) sowie zum genaueren Verständnis der vielfältigen Eigenschaften des Holzes nötig, vier Abteilungen zu unterscheiden: Nadelhölzer, Laubhölzer der gemäßigten Zonen, Laubhölzer der tropischen Zone und die als Holz bezeichneten Stämme der Monocotylen.

Ein ideal gewachener dicotyler Baumstamm gleicht einem Kegel; zur Orientierung über dessen inneren Bau sind die nach den drei Dimensionen des Raumes angebrachten Schnitte zu untersuchen. Man bezeichnet den senkrecht auf die Längsachse geführten Schnitt als Quer- oder Querschnitt; Schnitte, parallel mit der Längsachse gezogen, heißen Längsschnitte, und es wird der Schnitt durch die Achse (in einem Durchmesser) als Radial- oder Spiegelschnitt, dagegen der zu einer Sehnenebene parallele Schnitt als Tangential-, Sehnen- oder Fladerschnitt bezeichnet.

An dem kreisrunden Querschnitt eines normal gewachsenen Nadelholzstammes nimmt man konzentrische Ringe wahr, welche nahe dem Mittelpunkte am weitesten voneinander abstehen, nahe der Peripherie dagegen sehr enge aneinander gedrängt sind. Diese sogenannten Jahresringe zeigen auch die bei uns einheimischen Laubhölzer, während die meisten exotischen wohl einen (unregelmäßigen) Ringbau, aber keine echten Jahresringe erkennen lassen.

Mit freiem Auge ist am Nadelholzquerschnitt in der Regel sonst nichts zu beobachten, mehr dagegen am Querschnitt eines Eichenstammes. Vom Mittelpunkte (Mark) desselben bis zum Umfange ziehen, Kreisradien gleich, helle Streifen von verschiedener Stärke, die sogenannten Mark- oder Spiegelstrahlen; nächst diesen findet man noch kleine, ebenfalls radiär aber nicht regelmäßig verlaufende und nicht zusammenhängende hellere Streifen oder Flecke. Am Radialschnitt sehen wir parallel zur Längsachse des Stammes ziehende gerade Streifen, die ihren Zusammenhang mit den oben als Jahresringe bezeichneten Bildungen leicht erweisen lassen. Senkrecht zu diesen verlaufen als verschieden breite und auch verschieden lange Bänder jene im Querschnitt radial angeordneten Strahlen, die die Achse des Stammes mit der Rinde verbinden und primäre Markstrahlen oder, weil sie im Radialschnitte glatt und glänzend erscheinen, auch Spiegelstrahlen genannt werden; daher auch die Bezeichnung Spiegelschnitt.

Im Tangentialschnitt endlich nehmen wir die Markstrahlen als sehr schwache, kurze Strichelchen oder Linien wahr und sehen außerdem noch eigentümliche elliptische Zeichnungen und hyperbolisch laufende Streifen. Zur Erklärung derselben denke man sich den Baumstamm als einen regelmäßigen geometrischen Kegel. Die Nadelhölzer und die Laubhölzer (unfrer Zone) erhalten alljährlich in der Vegetationszeit (Frühling bis Herbst) einen Zuwachs von bestimmter Dicke, während in der Winterszeit (Vegetationsruhe) ein solcher Zuwachs nicht stattfindet. Es besteht demnach der ganze Stammkegel aus so vielen Hohlkegeln, als Zuwachszonen vorhanden sind, und diese machen, ineinander geschoben, einen kompakten Körper, eben den gesamten Holzstamm, aus. Die Bestandteile des im Herbst gebildeten Teiles der Hohlkegel unterscheiden sich anatomisch und physikalisch (durch Dichte, Festigkeit und Farbe) von denen des im Frühjahr entstandenen und sind daher schon mit freiem Auge meistens gut zu beobachten (vgl. unten „ringporiges“ und „zerstreutporiges“ Holz). Es wird sonach begreiflich sein, warum die Hohlkegel im Querschnitte als Kreisringe — Jahresringe —, im Radialschnitte als parallele, ziemlich gleichweit abstehende gerade Streifen (die „aufgeschnittenen Hohlkegel“) sichtbar sein müssen. Der Tangentialschnitt müßte nun diese Zuwachszonen in Gestalt von Hyperbeln zeigen, wenn der Stamm in Wirklichkeit ein geometrischer Kegel wäre; aber fast immer wird durch äußere Einwirkungen, durch Entwicklung von Aesten u. f. w. die Regelmäßigkeit gestört, und die Zuwachszonen bilden dann im Tangentialschnitt gewöhnlich unregelmäßig verlaufende Ellipsen und Wellenlinien, also jene bekannten Figuren, die als Flader bezeichnet werden und die der Maler an den Türfüllungen, Holzwänden u. f. w. mit mehr oder weniger Geschick nachzuahmen pflegt [2].

Zum Verständnis der Holzstruktur ist eine kurze Erörterung des anatomischen Baues und der Entwicklungsgeschichte unerlässlich (Näheres darüber f. [1]—[3]). Bei Nadelhölzern und dicotylen Holzpflanzen stehen die Gefäßbündel (Stränge) im Kreise und sind ursprünglich — im erstjugendlichen Zustande — aus zartwandigen, plasmareichen Zellen gebildet. Diese teilen sich mehrfach und die zunächst der Achse des Stammes neugebildeten Zellen wachsen in die Länge, werden dickwandig und bilden schließlich Fasern (mechanische Zellen), deren Wände durch Holzsubstanz (Lignin) starr geworden sind; man nennt sie Libriformfasern, und das Libriform ist der Hauptbestandteil des Laubholzes. Außerdem aber werden durch Verschmelzen der jugendlichen Zellen Röhren oder Gefäße gebildet, deren Wände durch eigentümliche Verdickungen ein charakteristisches Aussehen erhalten; diese sind entweder spiralig verlaufende Bänder (Spiralgefäße) oder die Verdickungen lassen bestimmte Stellen der Wand frei (Tüpfel, Poren) und ergeben den Begriff „getüpfelte“ und „poröse“ Gefäße. Es entsteht sonach auf diese Weise der „Holzteil“ des Gefäßbündels, und der erstjährige, unmittelbar an das zentrale Mark grenzende Holzteil wird Markkronen genannt. Das obenangeführte Gefäßbündel erzeugt auf der der Peripherie zugewendeten Seite zu gleicher Zeit ebenfalls bestimmte Gewebeformen, darunter Fasern, welche Bastfasern genannt werden, und Röhren mit siebartig durchbrochenen Zwischenwänden, die Siebröhren; dieser Gewebekomplex wird als Bastteil des Gefäßbündels bezeichnet. Zwischen beiden, dem Holz- und Bastteil, bleibt eine schmale Gruppe von Zellen bildungs- und teilungsfähig, d. h. sie vermag dem Zentrum zu alljährlich Holz-, dem Umfange zu Bastgewebe zu erzeugen, wodurch die obenbesprochene Verdickung des Stammes zustande kommt. Diese

Zellengruppe stellt den Verdickungsring oder das Cambium vor. Die zwischen den (im Kreife stehenden) Gefäßbündeln übrigbleibenden Gewebeteile bilden das Mark (im Zentrum) und die (primären) Markstrahlen; sie bestehen aus mehr oder weniger eckigen Zellen (Parenchymzellen), und speichern in der Ruheperiode Reservennährstoffe (z. B. Stärke) auf. Die Markstrahlen sind entweder schon mit freiem Auge sichtbar (deutliche Markstrahlen) oder erst unter der Lupe (kenntliche) oder nur unter dem Mikroskope (unkentliche Markstrahlen). Manchmal sind unkentliche Markstrahlen einander so genähert, daß sie dem freien Auge als ein deutlicher Markstrahl erscheinen (scheinbar deutliche Markstrahlen, Weißbuche). Auch im Holzteil behalten Zellen und Gruppen derselben den parenchymatischen Charakter, sie bilden das Holzparenchym, das für viele Hölzer, so namentlich für das Eichenholz und für exotische Hölzer, in feiner Ausbildung diagnostische Merkmale abgibt. Libriförmige und Gefäße besitzen vorzugsweise die dicotylen Stämme; die Nadelhölzer bestehen aus gefäßartigen Holzzellen (auch der erste [innerste] Jahresring enthält nur solche und nicht, wie früher irrig angegeben wurde, Gefäße), die sogenannten Tracheiden, die auf der Radialseite durch eine, seltener zwei Reihen gehöfter Tüpfel ausgezeichnet sind. Im Frühjahr, in der Zeit der lebhaftesten Zellentätigkeit, werden diese Zellen nur mit dünnen Wänden und großem Lumen angelegt; in jeder neugebildeten Zellreihe erscheinen die Tracheiden (tangential) schmaler und sind stärker verdickt, die letzten Reihen der Vegetationsperiode sind am stärksten verdickt; daher ist das Frühjahrholz hell, schwammig und weich, das Herbstholz dunkel, dicht und hart. Auf diese Weise kommt beim Nadelholz die deutliche und scharfe Abgrenzung der Jahresringe (richtiger Jahreskegel) zustande. Anders ist dies beim Laubholz. Es werden im Frühjahr sehr viele und große Gefäße (Poren) angelegt, die dem Herbstholz nahezu fehlen: Ringporige Hölzer (Eiche, Nuß, Esche); oder es sind die Gefäße im Gewebe gleichmäßig verteilt: Zerstreutporige Hölzer, und der Jahresring kommt dadurch zustande, daß die letzterzeugten, meist stark verdickten Holzfasern einen ununterbrochenen dichten Ring bilden; bei diesen Hölzern ist daher die Jahresringabgrenzung nicht immer besonders deutlich.

Bei den monocotylen Gewächsen (Palmen, Gräsern) sind die Gefäßbündel im Grundgewebe zerstreut, so daß Holz- und Bastteile nicht zu Zylindern verschmelzen können; Palmenholz hat daher auch wesentlich verschiedene technische Eigenschaften. Eine große Bedeutung für die Art der Verwendung des Holzes haben gewisse stoffliche Veränderungen, die sich durch die Farbe kundgeben. An vielen Hölzern sind die inneren Schichten dunkler gefärbt als die äußeren. Letztere, als die jüngst angelegten, werden Jungholz oder Splint genannt. Behält ein Baumstamm in allen seinen Schichten den Charakter des Splintes, erscheint er an seinem ganzen Querschnitt gleich hell gefärbt, so nennt man ihn Splintbaum (Weißbuche, Birke, Zitterpappel, Erle, Berg- und Spitzahorn, Hafel, Buchs). Trocknen dagegen die inneren Schichten des Baumstammes stark aus, ohne aber ihre Farbe und Härte wesentlich zu verändern, so spricht man von Reifholzstämmen (Fichte, Tanne, Rotbuche, Feldahorn, Weißdorn, Linde, Birnbaum). Sind die inneren Schichten sowohl physikalisch als auch chemisch von den äußeren verschieden, indem sie trockener, härter, dichter, fester, durch Einlagerung von Gummi und Farbkörpern u. f. w. (den sogenannten „Kernstoffen“) dunkler und widerstandsfähiger (gegen Fäulnis) geworden sind, so bezeichnet man diese inneren Schichten als Kernholz und spricht von Kernbäumen (Esche, Eiche, Nuß, Kirche, Pflaumen- und Apfelbaum, Edelkastanie, Hartriegel, Robinie, Beinholz, Maulbeerbaum, Platane, Weiß- und Schwarzpappel, Föhre, Lärche, Eibe, Wacholder, Zeder, die meisten schweren ausländischen Kunsthölzer und alle Farbhölzer). Bei einigen Hölzern bildet sich zwischen Splint und Kern noch eine Schicht Reifholz: Reifholzkernbäume; das schönste Beispiel hierfür ist die Ulme, die alle drei Holzformen in drei verschiedenen Farben zeigt; ferner noch Rainweide, Salweide, Pfaffenkäppchen, Faulbaum, Kreuzdorn [3], [4]. Ist der Kern nicht gleichmäßig gefärbt, sondern aus hellen und dunkeln Zonen gebildet, so nennt man ihn gewässert, eine für Nuß- und Olivenholz höchst charakteristische Eigenschaft.

Durch die Anlage zahlreicher Knospen, durch Unregelmäßigkeit des Wachstums, durch von Tieren hervorgerufene Verletzungen u. f. w. wird der regelmäßige Verlauf der Faserelemente des Holzes mehr oder weniger gestört; es tritt der sogenannte Maier- oder Wimmerwuchs auf, der die Ursache der bekannten an Kunst- und Furnierholz so sehr geschätzten Maierzeichnungen ist. Ueber die technischen Eigenschaften u. f. w. vgl. Bauholz, Bd. 1, [4] und besonders [5] über die chemische Zusammensetzung und Bedeutung als Brennmaterial den Art. Brennstoffe, Bd. 2, S. 282, und [1]. — Vgl. a. Nutzhölzer.

Literatur: Nebst den Lehr- und Handbüchern über Anatomie der Pflanzen, die im allgemeinen den Bau des Holzes behandeln, sind vorzugsweise anzuführen: [1] Wilhelm, in Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreichs, 2. Aufl., Bd. 2, Leipzig 1906, S. 1—40 u. 872 ff. — [2] Möller, J., Das Holz, Cassel 1883. — [3] Hanaufek, T. F., Lehrbuch der Materialkunde, Wien 1891, Bd. 2, S. 82—102, und Lehrbuch der technischen Mikroskopie, Stuttgart 1901, S. 154 ff. — [4] Nördlinger, Die technischen Eigenschaften der Hölzer, Stuttgart 1860. — [5] Exner, W. F., und Lauböck, G., Abschnitt „Holz“ im Handbuch der Architektur, Darmstadt 1883, 1. Teil, Bd. 1, S. 159—169.

T. F. Hanaufek.

**Holz, künstliches, f. Plastische Massen.**

**Holzabfälle**, alle bei den verschiedensten Verarbeitungen des Holzes fallenden, unbrauchbaren Teile — Splitter und Späne —, welche in der Holzzeugherstellung als Rohmaterial in der Weise zur Verwendung kommen, daß man dieselben nach einem Verfahren von Mitscherlich mit einer konzentrierten Salzlösung tränkt und nach dem Verdunsten des Wassers das Salz kristallisieren läßt, wodurch die ganze Masse zu einer spröden, harten Substanz wird, die durch

Kollern oder Mahlen zerkleinert und durch Auslaugen des Salzes zu Holzzeug verwandelt werden kann. Eine andre häufige Verwendung solcher Holzabfälle findet zu Feuerungen statt. S. a. Holzzeug.

**Holzanstriche**, Anstriche mit Oel-, Lack- oder Leimfarbe auf Holz ausgeführt; als Holzanstriche werden häufig auch die Holz imitierenden Anstriche und jene Anstriche, welche nur den Ton der Färbung einer bestimmten Holzgattung zeigen, bezeichnet.

Im allgemeinen gelten die schon unter Anstriche gebrachten Erläuterungen; im besondern ist zu erwähnen, daß sich Holz unter allen unfern Materialien am leichtesten anstreichen läßt und der Anstrich verhältnismäßig auch am besten auf demselben hält, sowie daß Holzanstriche am häufigsten ausgeführt werden. Das Anstrichmittel ist in den meisten Fällen Oelfarbe, feltener Leimfarbe, und diese nur bei solchen Objekten, welche keine größere Dauerhaftigkeit aufweisen oder nur geringe Kosten verursachen sollen.

Anstriche auf Holz ohne Farbkörper, so daß die Textur des Holzes sichtbar bleibt, werden gewöhnlich bei Gebäuden, an Veranden, Säulen, Gartenhäusern, Gartenmöbeln, auch bei Holzafelungen im Innern ausgeführt; zu diesen Zwecken soll nur ausgefucht schönes Holz, frei von Fehlern, gebraucht werden, auch muß das Holz mit weit mehr Sorgfalt geputzt und gehobelt sein, da sich in rauhe Flächen das Leinöl mehr einfaugt und, wenn lasiert wird, diese rauhen Stellen fleckig erscheinen. Alle Holzobjekte sollten zuerst mit heißem Leinöl oder heißem Leinölfirnis angestrichen werden; doch geschieht es nur bei solchen, welche keinen deckenden Anstrich erhalten. Je trockener das Holz und je heißer das Oel, um so mehr wird von letzterem aufgenommen, um so besser wird das Holz konserviert, desto höher steigen aber auch die Kosten; pro Quadratmeter Holz sind mindestens 150 g heißes Leinöl für den ersten Anstrich zu nehmen.

Ehe Holz gestrichen wird, soll es möglichst trocken und frei von fettigen Stellen (nicht trocknenden Fetten und Oelen) sein; feuchtes Holz und Fettflecke sind Ursache, daß sich größere oder kleinere Blasen nach dem Trocknen des Anstrichs bilden, weil die Feuchtigkeit unter Einwirkung der Wärme verdampft und die Farbschichte aufhebt. Auf nassem Holz läßt sich ebenso wie auf irgend einer andern feuchten Unterlage nur schlecht anstreichen. Bei Deckfarbenanstrichen wird selten mit Oel getränkt; man macht eine ziemlich fette, dünnflüssige, wenig Farbkörper enthaltende Oelfarbe an, streicht das Objekt sorgfältig, verkittet nach dem Trocknen mit Kitt aus Firnis, Bleiweiß und Kreide (harzige Stellen müssen vor dem Grundieren mit einer Schellacklösung gestrichen werden), schleift mit trockenem Bimsstein ab, gibt einen zweiten Anstrich mit einer mageren Oelfarbe, der nach dem Trocknen mit Glaspapier abgerieben wird, worauf der dritte Anstrich — gewöhnlich der letzte — erfolgt. Bei glattem Anstrich hält man den dritten Auftrag ziemlich fett, gibt wohl auch, um den Glanz zu erhöhen, Glanzöllack (dick gekochtes Leinöl) unter die Farbe; für maserierte Anstriche muß die dritte Farbe mager gehalten werden (s. Anstriche, maserierte). Weißbleibende Anstriche in unfern Wohnräumen werden mit Zinkweiß ausgeführt, da dieses nicht wie Bleiweiß in schwefelwasserstoffhaltiger Luft vergilbt; glänzend weiße Anstriche (Glanzpickfarbe) werden durch Ueberziehen des letzten Anstriches mit Dammarlack oder Emailfarbe hergestellt.

**Holz-Asphaltpflaster**, s. Straßenbau.

**Holzbau**. Die Verwendung des Holzes zu Bauzwecken, besonders zu Wandbildungen, beruht auf den Vorzügen und Mängeln desselben (s. Holz und Bauholz).

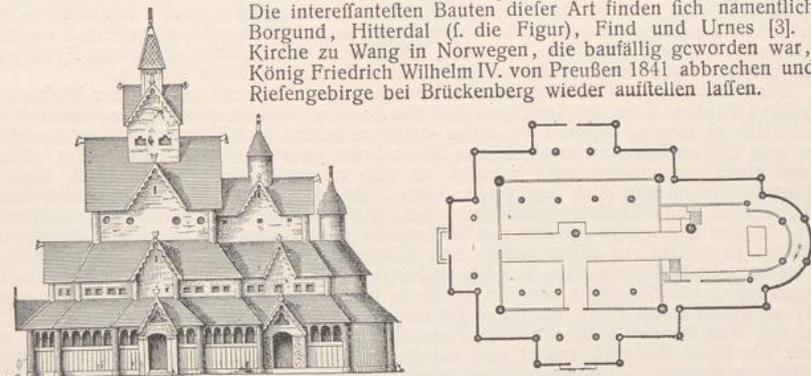
Der Holzbau ist da zu erstellen, wo es sich darum handelt: 1. auf schlechtem Baugrund einen leichteren Bau, 2. bei beschränktem Raume dünnere, 3. im allgemeinen wohlfeilere, auch wärmere Wände zu erstellen als solche aus Steinen; sie sind allerdings auch weniger dauerhaft, hauptsächlich aber von geringer Feuerficherheit. Dies gilt vor allem von dem leichteren Nadelholz, während das Hartholz, besonders das sehr haltbare Eichenholz, sich günstiger erweist. — Am Aeußeren des Holzbaues sind Schutzvorkehrungen gegen die schädlichen Einflüsse der Feuchtigkeit zu treffen, und zwar 1. Erhöhung über den Erdboden durch eine Untermauerung; 2. weit ausladende Dachungen; 3. Dachvorsprünge über einzelnen Stockwerken, auch Lauben und Balkone; 4. Schutzbretter über vorstehenden Teilen, wie Balkenköpfe u. dergl.; 5. ganze Wandverschalungen s. Bretterverschalung; 6. gut deckende Anstriche (s. d.).

In konstruktiver Hinsicht sind drei Bildungsweisen zu unterscheiden, von welchen jede ihre eigne Entwicklung erfahren hat: 1. Ständerwand (Schrotwand), bei welcher das System des senkrechten Stützens mit Zwischenfüllungen aus Holz (s. Holzwand 1.) zum deutlichsten Ausdruck kommt; 2. Blockwand, gebildet aus horizontal gelagerten Hölzern (s. Holzwand 2.); 3. Fachwerk oder Regelwand, gebildet aus Hölzern in drei Richtungen (s. Fachwand).

Der Holzbau ist wohl die ursprünglichste und älteste Bauweise für menschliche Wohnungen [1], worüber schon Vitruv, Bd. 2, Kap. 1, Andeutungen gibt; er ist bei allen Völkern des Altertums, besonders bei den Aegyptern, nachzuweisen. Bei den germanischen Völkern bildet der Holzbau die nationale Bauweise gegenüber dem durch die Römer hereingetragenen Steinbau. Bei den Völkern des östlichen Asiens, China, Japan, Birma, ist der Holzbau seit Jahrtausenden bevorzugt.

Wohl die ältesten und interessantesten Beispiele finden sich in Norwegen [2], wo noch Holzbauten aus romanischer Zeit erhalten sind, so Kirchen, entweder durch horizontal gelegte Balken nach Art der Blockhäuser konstruiert oder aus senkrecht gestellten Bohlen hergestellt (sogenannten Reiserkirkbauten), welche im Lande Stavekirker genannt werden. Der Hauptraum ist meist quadratisch gebildet mit einem im Halbkreis geschlossenen Choranbau, außerdem mit einem niedrigen, Bogenstellungen zeigenden, ringsherum laufenden Umgang, dem

fogenannten Laufgang, versehen, der wahrscheinlich zum Schutze gegen das Eindringen des Schnees erbaut wurde. Darüber erhebt sich in mehreren Abfätzen ein hohes Dachwerk mit Giebeln, welch letztere ein stark vorspringendes eigenartig geformtes Schnitzwerk aufweisen. Im Innern ist die Kirche enge, fast fensterlos und dunkel und durch einen offenen Dachstuhl nach oben abgeschlossen. Ein origineller Glockenturm mit schräg ansteigenden Wänden pflegt getrennt von der Kirche angelegt zu sein. Ebenso eigenartig ist die Ornamentik dieser Bauten, welche wesentlich aus einem Schnitzwerk besteht, das sich aus bandartigen Verschlingungen, Drachen und andern Tiergestalten zusammensetzt und am häufigsten an Portalen, aber auch sonst an manchen andern passenden Orten angebracht erscheint. Die interessantesten Bauten dieser Art finden sich namentlich zu Borgund, Hitterdal (s. die Figur), Find und Urnes [3]. Die Kirche zu Wang in Norwegen, die baufällig geworden war, hat König Friedrich Wilhelm IV. von Preußen 1841 abbrechen und im Riesengebirge bei Brückenberg wieder aufstellen lassen.



Auch England hatte einen Kirchenbau aus Holz zu Greenstead aufzuweisen, der im angelsächsischen Stile errichtet wurde. Desgleichen findet man heute noch viele alte Holzkirchen in Rußland, z. B. die Dorfkirche zu Zarskoje-Selo. Ähnliche Anlagen finden sich vereinzelt in Schlesien, Böhmen, Mähren, Galizien und Ungarn.

Heute findet der Holzbau in besonders holzreichen Ländern, wie Skandinavien, den Alpengebieten und in weiten Gebieten im Inneren Nordamerikas, Sibiriens, bei einzelstehenden Behausungen geeignete Anwendung, in engebauter Anlage ist er tunlichst zu vermeiden.

Literatur: [1] Semper, G., Der Stil, Frankfurt 1860, Bd. 2, S. 249 ff. — [2] Dietrichson, L., u. Munthe, H., Die Holzbaukunst Norwegens, Berlin 1896. — [3] Dahl, Denkmale einer ausgebildeten Holzbaukunst in Norwegen, Dresden 1837.

**Holzbearbeitungsmaschinen**, s. Biege-, Bohrmaschinen, Drechflerei, Drehbank, Furnier, Hobel-, Holzfräsmaschinen, Sägen und Sägemaschinen, Universaltischler, Werkzeugmaschinen für Holzbearbeitung, Zapfenschneid-, Zinkenschneidmaschinen u. s. w.

**Holzbeizen**, s. Beizen der Hölzer, Bd. 1, S. 660.

**Holzbildhauerei** (Bildschnitzerei), stellt ihre Werke aus hartem oder weichem Holze her, unter Anwendung von Schnitzer und Messern nach vorheriger Anfertigung von Modellen in Ton oder Gips. S. Bildhauereifen.

Ueber die Holzbildhauerei des Altertums ist nicht viel bekannt; im Mittelalter bestand die Ausschmückung hölzerner Geräte, Sitze und Wandbekleidungen hauptsächlich aus Bemalung und Vergoldung; in der gotischen Periode kam in der Holzbildhauerei mehr die architektonische Richtung zur Geltung, wie dies namentlich viele Holzaltäre, Chorfüße und Kanzeln sowie schöne Räume in den Schlössern Tirols beweisen; herrliche Werke schuf die italienische Frührenaissance in prächtigem Chorgefühl. Figürliche Darstellungen aber werden in beiden Stilarten nicht selten in Holz durchgeführt. In mehr oder weniger reicher Holzbildhauerarbeit durchgeführt erscheinen dann namentlich die Decken (s. Bd. 2, S. 681) von Profanbauten sowie die Verkleidungen der Wände; s. a. Kunstgewerbe.

**Holzblau**, echte Farbe für Wollstoffe, erhalten durch Verätzen einer Campechholzabkochung mit Kupfervitriol, Weinstein und Alaun. In der so gewonnenen Flotte kocht man die Stoffe auf, färbt dann aus und schönt durch Kochen mit Campechholz, Alaun, Weinstein und Zinnchlorür. Bei halbechten Färbungen ersetzt man das Blauholz durch Orseille und Persio.

**Holzbrandtechnik** (Pyrographie), ein schon vor Jahrhunderten geübtes Verfahren, mittels glühender Stifte aus freier Hand oder mittels glühend gemachter Stempel mehr oder weniger intensiv braune, unverwischbare Zeichnungen figuraler oder ornamentaler Natur auf Holz anzubringen; seit etwa 30 Jahren wieder in Aufnahme gekommen und bedeutend vervollkommenet.

In unfrer Zeit tauchte die Verzierung von Holzgegenständen durch Brandmalerei, wie die Holzbrandtechnik auch genannt wird, in den siebziger Jahren gelegentlich einer Kunstausstellung in München auf, erregte, künstlerisch ausgeführt, allgemeines Interesse, so daß sie

heute in vielen Fach- und Gewerbeschulen, weiterentwickelt, eingeführt ist und sich auch als Dilettantenbeschäftigung einen großen Freundeskreis erworben hat. Aus den Lehranstalten gingen Arbeiten von geradezu überragender Vollkommenheit hervor und ist diese Technik, namentlich seitdem man das polychrome Ornament mit ihr verband, stetig fortgeschritten und jedenfalls berufen, im Kunstgewerbe eine nicht unbedeutende Rolle zu spielen, da ihre Anwendung eine fast unbefchränkte ist und sich ebenso wie auf Holz auch auf Leder, Stoffe, überhaupt auf Materialien ausführen läßt, deren Oberfläche durch glühendes Metall mehr oder weniger verkohlt werden kann. Sie eignet sich sowohl für die Ausführung der zartesten Zeichnungen, figuralen Darstellungen in Bilderform, ja selbst für Porträts, wie für bessere und feine Möbel als auch für gewöhnliche Möbel, imitierte Bauernmöbel, Plafond- und Wanddekoration. Die aus freier Hand auszuführenden pyrographischen Darstellungen haben noch eine Ergänzung gefunden durch die von Bernhard Ludwig in Wien erfundene, seither auch von andern nachgeahmte Pyrotypie, welche die Ausführung von Holzbrandtechnik auf maschinellem Wege gestattet.

Zur Ausführung der Arbeiten dienen Vorrichtungen, die entweder auf der Wirkung des elektrischen Funkens oder auf der Eigenschaft des Benzins beruhen, sich rasch zu verflüchtigen, also ein Gas zu liefern, welches in einem erhitzten hohlen Metallkörper sich entzündet und diesen zum Glühen bringt. Der elektrische Stift arbeitet zwar sehr schön gleichmäßig, allein er erfordert einen Akkumulator oder Anschluß an eine vorhandene Leitung, wodurch seine Anwendung beschränkt und auch sehr verteuert wird. Es wird daher heute fast ausschließlich der Benzinbrennstift (Paquelins Stift) gebraucht, dessen Handhabung eine außerordentlich einfache und billige ist. Der zugehörige Apparat mit Stift nimmt wenig Raum ein, ist leicht transportabel und billig. Er besteht aus einem Metall- oder Glasgefäße, in dem sich ein Schwamm befindet, zwei leeren, mittels durchbohrten Stöpfels verbundenen Kautschukschläuchen, dem Hand- oder Fußdruckballen, um Benzingas aus dem Gefäße zu pressen, und dem eigentlichen Stifte, durchbohrt, an dessen einem Ende die hohle Platinzunge angebracht ist, während das andre Ende durch den Kautschuk Schlauch mit dem Benzingefäße in Verbindung steht. Wird über einer Flamme der hohle Platinstift erhitzt und mittels des Druckballens Benzin verflüchtigt und in den Stift eingetrieben, so entzündet sich dieses, bringt den Stift zum Glühen und dieser wird so lange fortglühen, als neue Benzindämpfe zugeführt werden. Mit dem glühenden Stift, der in einer größeren Anzahl verschiedener Formen, dicker, dünner, breit, schmal u. f. w., zu haben ist, läßt sich wie mit dem Bleistift auf Holz zeichnen und die Zeichnung selbst, die ja eine Verkohlung ist, ist unverwischbar. In jüngster Zeit hat man auch mit Alkohol heizbare Stifte hergestellt, die in ganz gleicher Weise arbeiten. Die Holzbrandtechnik, die am besten auf feinfaserige Hölzer (Ahorn, Birnbaum, Linde, auch Pappel) ausgeführt wird, erfordert, wenn sie frei geübt werden soll, einen sehr gewandten Zeichner; ist dieser minder geübt, so muß die Zeichnung sorgfältig und genau aufgepaßt oder mit Bleistift ausgeführt werden — Korrekturen gibt es bei dem Verfahren nicht.

Ludwigs Pyrotypie wird wie folgt ausgeführt: Zwei durch Gas erhitzte Bronzewalzen bewegen sich durch einen Kurbelantrieb und mehrfache Räderüberfetzung gegeneinander, während das gehobelte Holz durch ein federndes Walzenpaar geht. Gewöhnlich besitzt der obere Zylinder die negativen Formen, während die Mantelfläche der unteren Walze glatt ist. Je nach dem Zwecke sind die Walzen schmale Ringe von einigen Zentimetern Breite bis zu solchen von 60 cm; sie sind entweder nur mit geringen oder mit bedeutenden Vertiefungen und Einschnitten versehen, welche schwach konisch gegen die Achse der Walze laufen. Jeder Ring, jede Walze kann selbstverständlich von der zentralen Achse abgenommen werden, von welcher die Erhitzung ausgeht; sie können einzeln oder kombiniert gleichzeitig zur Verwendung gelangen. Der geringere oder stärkere Druck, der niederere oder höhere Wärmegrad der Walzen, die kürzere oder längere Dauer der Einwirkung, endlich die Größe der Erhabenheiten bzw. Vertiefungen der Preßwalze bewirken eine verschiedenartige Veränderung der Holzplatte. Stets werden diejenigen Stellen, welche der Einwirkung der hervorragenden Walzenstellen ausgesetzt gewesen sind, zusammengedrückt und gebräunt, während, entsprechend der geringeren Erhabenheit, die Zusammenpressung vermindert wird und die Bräunung abnimmt, bis bei den höchstgelegenen Stellen des Holzes wohl eine Komprimierung der Holzmasse, nicht aber eine Veränderung der Farbe herbeigeführt wird. Um zu brauchbaren Resultaten zu gelangen, sind die gleichmäßige Erhitzung sowie die regelmäßige Bewegung Hauptbedingungen. Das Verfahren gestattet die Ausführung von Flach- und Hochreliefs. Die Flachreliefs sind so ausgeführt, daß das Ornament hell auf dunkeln Grunde oder umgekehrt ca. 1–3 mm erhaben erscheint. Läßt man diese ein wenig erhabenen Arbeiten durch glatte Walzen laufen, so pressen dieselben die erhabenen Stellen und verdichten dadurch bedeutend das ganze Gefüge. Das Produkt erlangt das Aussehen einer Intarsienarbeit. Dünne Holzplatten, in einer oder der andern Weise behandelt, bilden z. B. Holztapeten, welche ca. 60 cm breit sind und bei Ahorn- und Pappelholz einen reizenden Seidenglanz zeigen. Außer diesen Tapeten werden hergestellt: Sessellehnen, Sitzteile, Verzierungstücke für Einlagen, Frieße, Umrahmungen, Hohlkehlen, Eierstäbe, links und rechts gewundene Viertelfläbe, Rofetten, Knöpfe u. dergl., überhaupt alle Gegenstände, welche sich zur Verzierung von Möbeln, für Plafond- und Wanddekorationen eignen.

Zwei Eigenschaften machen die brandtechnischen Produkte noch besonders empfehlenswert: 1. Die einmal angenommenen oder besser gesagt aufgedruckenen Formen verändern sich nicht im geringsten durch den Einfluß der Feuchtigkeit, sie quellen nicht mehr, das zusammengedrückte Holz ist im Gegenteil widerstandsfähiger als gewöhnliches Holz. 2. Die Arbeiten lassen sich ganz vorzüglich polieren und lackieren, was sich durch die Verengerung der Poren erklären läßt. Die Schönheit der Gegenstände besteht hauptsächlich darin, daß der Uebergang von mehr oder minder dunkeln Braun bis zur Farbe des Holzes ein allmählicher, sanfter ist; trotzdem besitzen die erzeugten Formen eine reine, scharfe Kontur.

Andés.

**Holzbronze**, Anfrichmaffe aus Bronzepulver und Schellacklösung für Gegenstände aus Holz, um diesen ein bronzeähnliches Aussehen zu geben.

**Holzdach** (Bretterdach) kommt seiner geringen Dauer und Feuergefährlichkeit wegen nur an Bauten für vorübergehende Zwecke (Buden, Baracken, Hütten) bei augenblicklichem Bedarf und in holzreichen Gegenden zur Anwendung.

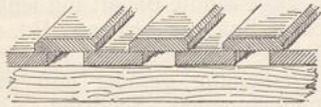


Fig. 6.

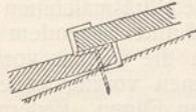


Fig. 2.

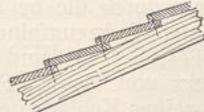


Fig. 1.

Die Bretter können entweder 1. in der Richtung der Traufe oder 2. senkrecht zu dieser laufen. Bei 1. überdecken sich dieselben an den Fugen um 3—4 cm (Fig. 1 und 2). Nachteilig ist dabei, daß das Werfen der Bretter den raschen Ablauf des Waffers verhindert und damit die Dauer des Holzes sehr beschränkt. 2. Die ansteigende Deckung erfolgt mit stumpfen Fugen und Dichtung (Fig. 3) oder Ueberdeckung derselben (Fig. 4 und 5) oder durch Stülplagen (Fig. 6). Die Oberfläche der Bretter sollte gehobelt sein, um den Wasserablauf zu beschleunigen; außerdem ist zur Erhöhung der Dauer ein schützender Anfrich *Weinbrenner*.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

**Holzdeich**, Seedeich, an welchem zum Schutze der Außenböschung Holz verwendet ist. *Frühling.*

**Holzdraht**, runde, dünne Holzstäbchen, die hauptsächlich in der Streichholzfabrikation Verwendung finden; sie werden mit der Holzdrahtobelmaschine hergestellt. Näheres hierüber f. Zündwaren. *E. Müller-Dresden.*

**Holz-Eisenräder**, Triebwerksräder, deren eines hölzerne Zähne enthält.

Sie laufen mit weniger Geräusch als zwei eiserne, erfordern aber Erneuerung der Holzzähne, nachdem diese im Laufe der Jahre sämtlich oder zum Teil stark abgenutzt sind. Man gibt die Holzzähne (f. d.) entweder dem größeren Rade, damit sie seltener zum Eingriff kommen, oder dem kleineren, weil dieses in kürzerer Zeit, z. B. über Sonntag, neu verkämmt werden kann, oder dem treibenden Rade, weil sie an diesem vom Teilkreise aus zum Kopfende hin gerieben werden, die Faferenden sich also nicht stauchen können; wenn die eine Welle immer in bestimmter Stellung größeren Zahndruck verursacht, so gibt man der andern Welle das Holzzahnrad, und zwar mit ungenauem Ueberfetzungsverhältnis, um die Abnutzung zu verteilen. Als Zahnkurven benutzt man Evolventen oder Cykloiden oder Geradflankenverzahnung. Für die Berechnung der Teilung  $t$  braucht man entweder den Zahndruck  $P$  kg oder das Moment  $M = PR$  cm kg = 71 620  $N/n$  der einen Welle und die Zahnzahl  $z$  des auf ihr sitzenden Rades. Die Zahnzahl soll ein Vielfaches der Armzahl sein, damit kein Zahn auf die Armrippe zu sitzen kommt. Das an einem Zahne von der Länge (Höhe)  $l$  wirkende Biegemoment  $Pl$  beansprucht die Zahnwurzel von der Zahnstärke  $a$  und der Breite  $b$  auf  $s$  kg/qcm Biegespannung:  $Pl = \frac{1}{6} \cdot b a^2 s$ . Setzt man hierin  $l = 0,7 t$  als Normalmaß,  $b = 2 t$  für die Festigkeitsrechnung, wenn auch der Zahn breiter wird, und  $a = 0,41 \cdot t$  für den Eifenzahn, so folgt  $t = \sqrt{12,5 P/s}$  oder die Stichzahl  $t/\pi = \sqrt{1,25 P/s}$ . Setzt man ferner  $P = M/R$  und  $2\pi R = z \cdot t$  ein, so erhält man die Formel  $t = \sqrt[3]{78 M/s z}$  oder  $t/\pi = \sqrt[3]{2,5 M/s z}$ . Für den Eifenzahn nehme man die Spannung  $s = 400-300$  kg/qcm. Die Zahnbreite läßt man mit wachsender Geschwindigkeit der Zähne von  $2,5 t$  auf  $3,5 t$  steigen, um einer zu starken Abnutzung vorzubeugen. Bei konischen Rädern gilt die berechnete Teilung für die Zahnmitte; die Teilung außen wird also entsprechend größer.

Die Zahnstärke, im Teilkreise gemessen, beträgt für den Eifenzahn, der gewöhnlich bearbeitet wird,  $\frac{3}{8} t = 0,41 t$  oder  $1,3 t/\pi$  und für den Holzzahn  $\frac{1}{2} t = 0,56 t$  oder  $1,8 t/\pi$ , beide Werte so abgerundet, daß ein Spielraum von etwa 0,02  $t$  bis 0,03  $t$  bleibt. Die Biegespannung im Holzzahn wird bei diesem Verhältnis etwa halb so groß als im Eifenzahn. Die Breite des Holz Zahnes kann man einige Millimeter kleiner nehmen als am Eifenzahn, damit er nicht übersteht und abspaltet. *Lindner.*

**Holzeffig**, f. Effigfüure, Bd. 3, S. 514.

**Holzfarben**, f. Beizen der Hölzer.

**Holzfilzplatten**, aus Holzschliff, auch gemischt mit Holzzellstoff erzeugte Platten, welche als Bierglasunterfätze und auch als schlechte Wärmeleiter zu den verschiedensten Zwecken Verwendung finden und sich namentlich durch ein lockeres Gefüge auszeichnen.

Behufs ihrer Herstellung leitet man den zu einem dicken Brei gerührten Holzstoff in entsprechend starker Schicht auf ein in einen Holzrahmen gespanntes Drahtsieb und läßt denselben, in einen zweiten Rahmen gefetzt, abtropfen. Hierauf wird auf die so gebildete Holzstoffplatte eine gleich große Filzplatte gelegt und der ersterwähnte Holzrahmen mit Sieb, der darauf befindlichen Holzstoffplatte und der Filzplatte in eine Presse gebracht, und zwar in der Weise,

daß mehrere Rahmen mit solchen Holzstoffplatten und Filzplatten übereinander liegen. Nach dem Pressen wird die entwässerte Holzstoffplatte auf eine Drahtbürde gleicher Größe gestützt und zum Trocknen gebracht. Nach dem Trocknen läßt sich die Holzstoffplatte abheben; sie wird hierauf noch zwischen zwei Walzen geglättet.

*Kraft.*

**Holzfräsmaschinen** unterscheiden sich von den Metallfräsmaschinen zunächst durch die wesentlich größere Anzahl der Umdrehungen des Werkzeugs, ferner durch die bei den Metallfräsmaschinen selten angewandte Bauart mit fenkrechter Werkzeugspindel und untenliegendem Antrieb (f. Fräsmaschinen, Bd. 4, S. 174, Fig. 61) und durch die weitaus vorherrschende Zuführung des Arbeitsstücks von Hand. Sie dienen vorzugsweise zur Herstellung gerader und geschweifeter Kehlarbeiten, zum Fügen, Federn, Zapfenschnneiden, Schlitzzen, Abplatten von Türfüllungen u. dergl. Als Werkzeuge finden Fräßer, Messerköpfe, Messerscheiben und Kreisfägen Verwendung.

Die übliche Ausführung einer Tischfräsmaschine zeigt Fig. 1. Die Frässpindel ist in einem Schlitten gelagert und kann mit Hilfe der durch Handrad und Kegelräder drehbaren Schraubenspindel und der an dem Schlitten festen Mutter in der Höhe verstellbar werden. Bisweilen

wird das obere Ende der Frässpindel durch einen Arm, der auf dem Tisch aufgeschraubt wird, gestützt. Der Tisch besitzt eine Ausdrehung und Ein-

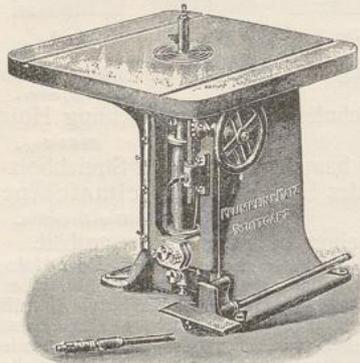


Fig. 1.

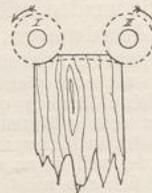


Fig. 2.

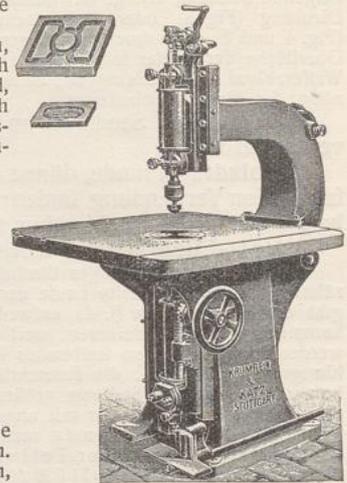


Fig. 4.

lageringe, die bei Fräsköpfen, die teilweise unter die Tischoberfläche herabreichen, weggenommen werden können. Für die Befestigung und Führung von Anschlägen, Winkeln, Schlitten u. f. w. sind Nuten im Tisch vorhanden. — Beim Fräßen von Hölzern an der Hirnseite (Fig. 2) darf die Bearbeitung mit dem sich links drehenden Fräßer (I) nicht bis zur rechten Kante hin fortgesetzt werden, da an dieser ein Ausplittern des Holzes eintreten würde; es muß deshalb die Bearbeitung an der rechten oberen Seite von rechts her mit einem sich rechts drehenden Fräßer (II) erfolgen. In der Regel besitzen deshalb die Tischfräsmaschinen Rechts- und Linksgang der Frässpindel. Man muß dann bei Werkzeugen, die nur in einer Richtung schneiden, mit der Aenderung der Drehrichtung diese auswechseln oder die in beiden Richtungen schneidenden Kronfräßer (f. Fräßer, Bd. 4, S. 153, Fig. 53) verwenden.

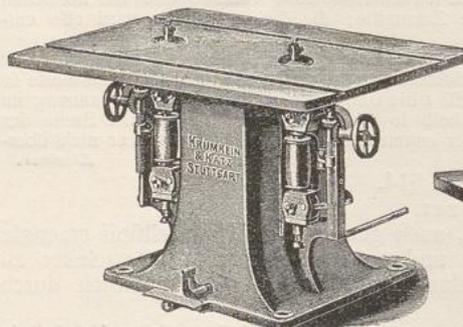


Fig. 3.

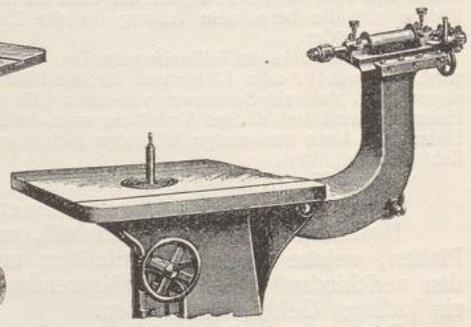


Fig. 5.

Da das Auswechseln der Werkzeuge lästig ist und die Kronfräßer schlechte Schneidwinkel haben, so verwendet man an Stelle der einseitigen Tischfräsmaschinen mit Links- und Rechtsgang Tischfräsmaschinen mit zwei Spindeln, von denen die eine beständig links, die andre

rechts sich dreht (doppelpindelige Fräsmaschine) (Fig. 3). Die Bearbeitung eines Gegenstandes findet dann teils mit dem linken, teils mit dem rechten Fräser statt.

Eine weitere Ausführungsform der Holzfräsmaschinen sind die Tischfräsmaschinen mit Oberfräse (Fig. 4), die eine untere und eine obere Frässpindel besitzen. Die Unterfräse dient dem gleichen Zweck und besitzt dieselbe Einrichtung wie die gewöhnliche Tischfräsmaschine, während die Oberfräse hauptsächlich zur Herstellung erhabener, durchbrochener und vertiefter Holzarbeiten verwendet wird. Die obere Frässpindel ist in einem Schlitten gelagert, der mittels Handhebels der Höhe nach einstellbar ist. Um beim Arbeiten mit der unteren Frässpindel allein durch die obere Frässpindel nicht behindert zu sein, wird der Arm, der den oberen Frässpindelschlitten trägt, in der Regel zum Ausschwenken oder Zurückklappen (Fig. 5) eingerichtet.

Für das Nuten und Schlitzen finden bei den Tischfräsmaschinen entweder Messerscheiben oder schwankende Sägeblätter Verwendung (s. Sägen), für das Abplatten von Türfüllungen der Abplathobel (Fig. 6), aus einer Messerscheibe mit zwei radialen und zwei am Umfang befindlichen Messern bestehend, für das Kannelieren von Säulen u. f. w. der Kannelierapparat (s. d.).

Die Tischfräsmaschinen werden auch mit Kreissäge und Langlochapparat vereinigt. — Die Holzfräsmaschinen mit horizontaler Frässpindel werden seltener gebraucht; vorzugsweise finden sie zum Fräsen von Hölzern Verwendung, die nach jeder Richtung gekrümmt sind, insbesondere in der Möbel- und Stuhlfabrikation. Sie werden ohne und mit Auflegetisch ausgeführt.

Literatur: [1] Fischer, H., Die Werkzeugmaschinen, Berlin 1901, Bd. 2. — [2] Weisbach-Herrmann, Lehrb. der Ingenieur- und Maschinenmechanik, Braunschweig 1896, 3. Teil, 3. Abt., 1. Hälfte. — [3] Hoyer, E. v., Lehrb. der vergleichenden mechanischen Technologie, Wiesbaden 1906, Bd. 1. — [4] Kataloge der Fabriken für Holzbearbeitungsmaschinen. *A. Widmaier.*

**Holzfüller**, feste (teigförmige), flüssige oder pulverige Masse zum Ausfüllen der Poren des Holzes, anstatt des Schleifens mit Oel und Bimsstein angewendet, sichert, bei leichter Anwendung, große Glätte, die polierten Arbeiten gegen das „Auschwitzten“ der Politur und bei lackierten Arbeiten größere Beständigkeit des Glanzes und geringeren Verbrauch von Lack.

Teigförmiger Holzfüller (Wood Filler) besteht aus Stärke, einem indifferenten Körper, meistens Schwerpat, und gut trocknendem Leinölfirnis, wird mit Terpentinöl zur Streichfähigkeit verdünnt, mit Pinsel auf das mit Hobel, Ziehklinge und Glaspapier vorbereitete Holz aufgetragen; nach dem Mattwerden des anfänglich glänzenden Anstriches wird dieser mit Lappen oder Hobelspanen sorgfältig abgewischt, daß auf der Oberfläche nichts sitzen bleibt, 10–12 Stunden trocknen gelassen und hierauf in gewöhnlicher Weise mit Schellackpolitur poliert oder mit Oel- oder Spirituslack lackiert.

Flüssiger Holzfüller ist eine alkoholische Schellacklösung oder neuerlich Pyroxylinlösung, die mit Pinsel auf das Holz aufgestrichen wird.

Pulveriger Holzfüller, Gemisch von Stärke, Schwerpat, auch Dextrin und Mineralsubstanz, die vor dem Gebrauch mit Leinölfirnis vermischt und wie flüssiger Holzfüller angewendet wird.

Die Vorzüge dieser Holzfüller sind: Befeitigung des Schleifens des Holzes mit Bimsstein und Leinöl, Vermeiden des Eindringens von Leinöl (oder Fett überhaupt) in das Holz, weil die Holzfüller als indifferente Imprägnierung dasselbe verhindern, und damit Befeitigung des Austretens von Oel oder Fett durch die Politurschichte nach einiger Zeit, geringerer Materialverbrauch, sowohl an Politur als auch an Lack, höherer Glanz und größere Widerstandsfähigkeit. *Andés.*

**Holzgebäude**, ein Bau, der in feinen Umfassungen aus Holz erbaut ist. Man rechnet hierzu: 1. das ganz aus Hölzern erstellte Blockhaus, 2. das Fachwerkhhaus mit Ausriegelung oder Verfchalung, 3. die aus Rahmwerk und Brettchzalung gebildete Bretterbude; f. a. Gebäude, zerlegbare. *Weinbrenner.*

**Holzgeist** (Holzspiritus, Methylalkohol, Methyloxydhydrat),  $CH_3 \cdot OH$ , farblose, brennbare Flüssigkeit von geistigem Geruch, mischbar mit Alkohol und Aether; spez. Gew. 0,796 bei  $15^{\circ} C$ , Siedepunkt bei  $66^{\circ} C$ .

Methylalkohol findet sich in den Produkten der trockenen Destillation des Holzes (Holzeffig, s. Effigsäure, Bd. 3, S. 514), aus welchen er auch im großen gewonnen wird, in freiem Zustand in einigen Heracleumarten. Der Salizylester des Methylalkohols findet sich im ätherischen Oel von Gaultheria procumbens (Wintergreenöl). In Methylalkohol sind viele Harze, Fette und ätherische Oele löslich, weshalb er zur Bereitung von Firnissen, Polituren benutzt wird. Ferner dient er zur Darstellung von Chlor- und Brommethyl für die Teerfarbenfabrikation (vgl. Farbstoffe, künstliche organische, Bd. 3, S. 619). — Synthetisch wird Methylalkohol durch längeres Erhitzen von Chlormethyl und Kalilauge auf  $100^{\circ} C$  dargestellt. Der rohe Holzgeist ist ein Destillationsprodukt aus holzessigsaurem Natrium. Er enthält neben Methylalkohol Aceton. Er dient als Denaturierungsmittel. *Bujard.*

**Holzglafur**, f. Brauerlacke.

**Holzhackmaschine**, f. v. w. Holzspaltmaschine, f. Spaltmaschine.

**Holzhaute** des Schiffes, die hölzerne Beplankung des stählernen Schiffsrumpfes beim Kompositbau; f. Schiffbau.

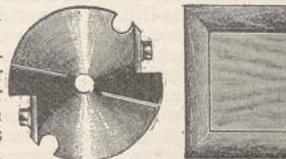


Fig. 6.

**Holzhinterlage** des Panzers, f. Schiffspanzer.

**Holzimitation.** Das hierzu geeignetste Material ist schwache, feste Pappe, die mit einem zähen Papier überzogen sein muß; man gibt demselben durch Beizfarben (Holzbeizen) ein holzähnliches Aussehen.

Mit Hilfe dieser Beizfarben, die unter der Bezeichnung Ebenholz-, Nußbaumholz-, Eichenholz-, Mahagoniholzbeize im Handel sind, lassen sich Holzfärbungen vom tiefsten Schwarzbraun bis zum hellsten Gelbbraun erzeugen. Zur Herstellung der Imitationen sind eine in Messing oder Stahl tief gravierte Platte und eine Matrize aus harter Pappe erforderlich. Ausgeführt werden solche Drucke am vorteilhaftesten mittels einer stark gebauten Kniehebelpresse. Nachdem die überzogene Pappe mittels eines weichen Haarpinzels die gewünschte Färbung erhalten hat und gut trocken ist, wird die Prägung mit heißer Presse erst leicht, dann kräftig ausgeführt. Zeigen sich in den hochliegenden Partien der Prägung helle Stellen in der Färbung, so ist ein Nachfärben und ein leichtes Nachprägen erforderlich. Um der Färbung die nötige Haltbarkeit zu geben, werden die Prägungen vielfach mit feinem Dammarlack überzogen; doch geht dadurch der holzähnliche Charakter teilweise verloren. Um diesen zu erhalten, sollte an die Stelle des Lackes Wachsüberzug treten. Man löse reines weißes Scheibwachs in Terpentin auf und lasse diese Flüssigkeit in gelinder Ofenwärme so weit eintrocknen, bis sie breiartige Konsistenz angenommen hat. Die Prozedur ist aber feuergefährlich, da sich Terpentinöl sehr leicht, mehr noch in Verbindung mit Wachs entzündet; daher darf diese Auflösung niemals in Arbeitsräumen vorgenommen werden. Erhitzen im Wasserbade ist vorzuziehen. Ist die Wachslösung vollständig erkaltet, so werden die gefärbten Prägungen unter Zuhilfenahme eines weichen Lappens mit derselben eingerieben und mehrere Tage zum Trocknen ausgelegt. Die getrockneten Prägungen sind mittels weicher Bürste leicht und schnell abzubürsten, wodurch ein schöner und solider Glanz erzielt wird. Bei dieser Manipulation lege man die Prägungen auf die Matrize, weil hierdurch die hochliegenden Partien mehr von der Bürste berührt werden als die tief liegenden und erstere somit glänzender erscheinen als letztere.

**Holzimitationsanfriche**, f. Anfriche, Bd. 1, S. 231.

**Holzkiel**, im Gegensatz zum eisernen Kiel, f. Schiffbau.

**Holzkitte**, zum Verschmieren von Aftlöchern, Rissen, Harzgängen, bestehen aus Leimlösung und gemahlener Kreide oder gepulvertem Aetzkalk, zerriebenem trockenem Quark und Eiweiß.

*Andés.*

**Holzkohle**, f. Brennstoffe, Bd. 2, S. 283.

**Holzkonservierung**, die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Holzes gegen die Einwirkungen der Luft, Nässe und Organismen.

Wie alle organischen Substanzen ist auch das Holz einer mehr oder minder raschen Zersetzung unterworfen, die ihren Hauptgrund in den Angriffen der verschiedensten Pilze, Mikroorganismen und Tiere hat, die teils das lebende, teils das gefällte und verarbeitete Holz durch die Prozesse der Fäulnis, Vermoderung, Verwesung, Gärung oder durch Infektenfraß zerstören. Insbesondere sind die Eiweiß, Zucker, Pektinstoffe enthaltenden Saffteile des Holzes den Angriffen ausgesetzt, und folgerichtig hat man zuerst versucht, den Saft entweder zu entfernen oder durch gewisse Prozesse so in feiner Zusammenfassung zu ändern, daß die Gefahr der Zerstörung verringert wird.

Hier ist in erster Linie das **Auslaugen des Holzes** zu erwähnen, indem man die gefällten Holzstämmen 1—2 Jahre in fließende Gewässer legt. Schneller gelangt man durch das sogenannte **Dämpfen** (Einwirkung heißer Wasserdämpfe bei etwa 1 Atmosphäre Ueberdruck) zum Ziele; doch dient es heute eigentlich nur noch als Vorbereitungsstadium für eine nachfolgende Tränkung.

Widerstandsfähig wird auch das Holz durch **Austrocknen**, was man bei gesundem Holz schon durch die Lufttrocknung erzielt, indem man das gefällte Holz so aufschichtet, daß die Luft es von allen Seiten umspülen kann. Um ein Rißigwerden zu vermeiden, dichtet man die Hirnenden wohl durch einen Teeranstrich. Während frisch gefälltes Holz ungefähr 50% Wasser enthält (der Gehalt an Wasser ist natürlich je nach der Holzart und Schlagezeit großen Schwankungen unterworfen), zeigt waldtrockenes nur ungefähr 25% und das in Schuppen aufbewahrte nur 15—20%. Nußbaum empfiehlt die Ringelung der lebenden Baumstämme nach Vollendung der Blatt-, Nadel- oder Blütenbildung; sie sollen dann stehend trocknen, aber nach dem Fällen sogleich oder so bald als möglich ihrer Verwendung zugeführt werden [1]. Häufig wird durch Anwendung künstlicher Wärme in Trockenöfen eine Trocknung durch das sogenannte **Dörren** bei 50—100° erreicht. Bei dem Napierischen Ofen [2] kommen die Verbrennungsgase direkt mit dem Holze in Berührung; bei dem von Guibert [3] tritt erwärmte Luft an das Holz und bei dem Zappertischen [4] findet außer der Behandlung mit auf 30° erwärmter Luft, die ein Exhaustor durch die Kammer saugt, täglich ein dreimaliges, 15—20 Minuten langes Dämpfen statt, wodurch ein zu rasches, oberflächliches Austrocknen und somit ein Reißen und Springen des Holzes verhindert werden soll. Für Zwecke der Tischlerei wird so gedörktes Holz direkt verwendet, während bei der Konservierung von Eisenbahnschwellen auch das Dörren, wenn es überhaupt angewendet wird, nur ein Durchgangsprozeß ist. The Haskin Wood Vulcanising Company [5] setzt die Hölzer in schmiedeeisernen Kesseln zuerst einem Druck von 10,5 bis 14 Atmosphären aus und erhitzt sie dann mittels Dampfchlangen auf 120—200°. Der Druck soll hauptsächlich das Reißen verhindern und so behandelte Hölzer sollen an Zugfestigkeit um 21%, an der gegen Druck um 23,6% gewinnen. Erwähnt sei hier noch das Renéche Verfahren [6], das durch ozonisierten Sauerstoff dem für Musikinstrumente bestimmten Holz Harzteilchen entziehen und dadurch feine Resonanz verbessern will.

Eine der ältesten und verbreitetsten Konservierungsarten ist das **Ankohlen** oder **Karbonisieren**. Durch die verkohlte Schicht wird das Eindringen von Keimen erschwert und hinter derselben eine dünne Schicht antiseptisch wirkender Verbrennungsstoffe erzielt. Das Ankohlen geschieht entweder durch einfaches Anbrennen oder bequemer und besser durch Anwendung eines Gebläses.

Von geringem Werte sind diejenigen Konservierungsmethoden, die einen oberflächlichen **Abschluß der Luft** bewirken, wie Ueberziehen mit Oelfarbe und andern wasserdichten Anstrichen, wie z. B. Teer; sie versprechen nur dann einen gewissen Erfolg, wenn es sich um Holzgegenstände handelt, die vor den Einflüssen der Witterung geschützt sind und wenn das Anstreichen nach einem guten Austrocknen angewendet wird. Auch das Umhüllen von Holzpfehlern mit Metall, das Beschlagen derselben mit eisernen Nägeln mit großen Köpfen, wie zum Schutz gegen den Bohrwurm (*Teredo navalis*) vorgeschlagen worden, erreicht nicht seinen Zweck, da es einmal nicht die Fäulnis verhindert und andererseits den Angriffen der Seetiere doch noch kleine offene Stellen läßt.

Die folgende Gruppe von Konservierungsmethoden umfaßt solche, bei denen die Einwirkung der Feuchtigkeit durch Mittel ausgeschlossen wird, die eine **Verstopfung der Holzporen** bewirken, wobei es darauf ankommt, das Holz vorher gut auszutrocknen und möglichst von allen Keimen zu befreien. Erwärmter Talg und andre Fette, Harz- und Paraffinlösungen, bei denen das Lösungsmittel, z. B. Benzin, verdunstet und stets wieder gewonnen werden kann oder die wie Paraffin heiß aufgetragen werden, dienen zu solchem Zweck. Besonders hat sich Paraffin für Kellereigeräte, Holzbothe bei der Alizarinfabrikation u. f. w. bewährt. Ähnliches hat man erreichen wollen durch aufeinander folgende Anwendung zweier Salzlösungen, die durch Wechselwirkung einen unlöslichen Niederschlag in den Holzporen bilden. Hier sind verschiedene Chemikalien vorgeschlagen worden, so Zinkvitriol und Seifenlösung (Bildung einer unlöslichen Zinkseife), Kupferulfat und Schwefelcalcium (Bildung von Schwefelkupfer und Gips), Wasserglaslösung und eine Säure (Abscheidung der Kieselsäure). Das letzte Verfahren und andre ähnliche bezeichnet man wohl als **Verfeinern des Holzes**. Bei all diesen Methoden ist die Tatsache, daß die gewollten Niederschläge nur in einer sehr dünnen, oberflächlichen Schicht entstehen und zudem keinen sicheren Luftabschluß bewirken, ein Uebelstand.

Diesen Verfahren stehen jene gegenüber, die durch Anwendung **antiseptisch wirkender Stoffe** nicht nur die im Holze vorhandenen Keime töten, sondern auch die Angriffe neu hinzutretender Mikroorganismen oder Tiere abweisen oder doch erschweren, Verfahren, die heute allein in größerem Maßstabe benutzt werden. Hier handelt es sich besonders um die Konservierung von Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen, Grubenhölzern, Holz zu Pfaster- und Wasserbauzwecken u. f. w., also um solche Gegenstände, die den Unbilden des Wetters, dem Einfluß des Meerwassers ausgesetzt sind, die in großen Mengen gebraucht werden und bei denen deshalb auch der Preis des Schutzmittels eine bedeutende Rolle spielt. Von einem guten Imprägnierungsmittel wird verlangt, daß es weder an der Atmosphäre verdunstet noch durch Wasser auswaschbar ist, dabei aber die guten Eigenschaften des Holzes möglichst wenig ändert. Als einfachstes Verfahren ist hier die **Kyanisierung**, zuerst von Hornberg angegeben, später von Kyan ausgeführt, zu nennen: Eintauchen des Holzes in eine Lösung von Quecksilberchlorid (Sublimat,  $HgCl_2$ ), 1 Teil in 150 Teilen Wasser. Es wird jetzt aber nur noch selten angewendet.

Ohne große Kosten für Apparate ist auch die Konservierung nach **Bouché** [7]. Danach wurde zuerst der noch stehende Baum, dessen Zweige bis auf einen oberen Büchel alle abgechnitten waren, unten angebohrt und das Bohrloch mit einer Lösung von Kupferulfat ( $CuSO_4$ ) in Verbindung gebracht. Die Kupferlösung folgt den Wegen der Saftleitung und durchtränkt so den ganzen Baum. Später hat Bouché sein Verfahren am gefällten Baum vorgenommen. An dem schräg gelegten Baumstamm wird am unteren Hirnende eine Platte aus verzinnem Eisenblech mit luftdichter Randschließung angebracht. Hierdurch entsteht eine kleine Kammer, die durch einen Gummischlauch mit dem ungefähr 10 m hoch stehenden Behälter mit 10prozentiger Kupfervitriollösung in Verbindung ist, so daß die Imprägnierungsflüssigkeit ungefähr mit dem Drucke einer Atmosphäre auf die Hirnfläche drückt. Dann tritt nach einiger Zeit am oberen Hirnende zuerst der reine Saft, allmählich gemischt mit Kupferlösung, aus und das Verfahren gilt als abgeschlossen, wenn die austretende Lösung dieselbe Konzentration wie die eintretende zeigt, was bei Eichenholz in Schwellenlänge in etwa 100, bei Buchenholz in etwa 48 Stunden der Fall ist. Die schnellere Durchtränkung bei dem Buchenholz ist zugleich eine intensivere, da sich im Eichenholz nur der Splint vollkommen durchtränkt erweist. Ist nach längerer Zeit der austretende Saft noch nicht konzentriert genug, so gelingt es oft mit besserem Erfolge, wenn man die Imprägnierung vom andern Hirnende aus beginnen läßt. Ein Kubikmeter Eichenholz nimmt ungefähr 25 kg, Kiefernholz 57 kg und Buchenholz 95 kg an Gewicht zu; das Holz nimmt mehr Lösung auf, als es entläßt. Eine Schwelle Buchenholz gebraucht etwa 0,55 kg Kupfervitriol. Die Dauer einer kiefernen mit Kupfervitriol getränkten Schwelle beträgt etwa 14 Jahre, die einer buchenen etwa 10 Jahre. Das ungleichmäßige Durchdringen der Kupferlösung verbietet, wenn die Konservierung vorhalten soll, die nachträgliche Bearbeitung des Holzes, wodurch nicht imprägnierte Stellen bloßgelegt werden können; das Verfahren findet aus diesem Grunde weniger für Schwellen als für Telegraphenstangen Verwendung, die an ihrem unteren Drittel noch zweckmäßig mit einem schützenden Teeranstrich versehen werden. Nach Pfister [8] wird das Eindringen der Kupferlösung noch durch eine Druckpumpe unterstützt. Endlich mag noch angeführt werden, daß an Stelle des Kupferulfats auch andre Kupfererzsalze, Kupferchloride u. f. w. vorgeschlagen worden sind.

Ist die antiseptische Wirkung des Kupferulfats schon lange nicht so stark wie die des Sublimats, so wirkt das zuerst von Burnett benutzte Zinkchlorid ( $ZnCl_2$ ) noch weniger anti-

septisch. Gewöhnlich wendet man eine Lösung von 1 Teil Zinkchlorid in 59 Teilen Wasser an, da stärkere Konzentrationen keine besseren Ergebnisse zeitigen. Die Lösung darf keinesfalls fauer reagieren. Während Burnett zuerst die Imprägnierung nur durch Eintauchen vornahm, wendete er bald das schon 1831 von Bréant angegebene Hochdruckverfahren an, um eine gründliche Durchtränkung zu erreichen. Die auf kleinen Wagen befindlichen zurechtgeschnittenen Schwellen kommen in einen verschließbaren Kessel, in dem sie zuerst bei 3–4 Atmosphären Druck gedämpft werden, während zeitweise der Kessel geöffnet wird, damit die Luft entweichen und der ausgeflossene Saft abgelassen werden kann. Nachdem mit Hilfe einer Luftpumpe eine möglichst weitgehende Luftverdünnung erzeugt, also ein Auslaugen der noch zurückgebliebenen Wasser- und Saitreste bewirkt worden ist, wird die auf 50–65° erwärmte Zinkchloridlösung eingelassen, dann die Luftpumpe außer Tätigkeit gesetzt und darauf mittels Druckpumpe während 1–3 Stunden ein Druck von etwa 7 Atmosphären erzeugt. Nach der Imprägnierung lagern die Schwellen 6–12 Wochen vor ihrer Verwendung. Bei diesem Verfahren nehmen Eichen-schwellen 5–10%, Buchen- und Kiefern-schwellen 30–45% an Gewicht zu. Die Brauchbarkeit erstreckt sich bei buchenen Schwellen auf etwa 15–18, bei Kiefern auf etwa 14–16, bei eichenen auf 19,5 Jahre, während nicht imprägnierte durchschnittlich nur die Hälfte der Zeit, buchene noch weniger, vorhalten.

Am häufigsten wird heute von den Eisenbahnverwaltungen das zuerst von Bethell angegebene Kreofotieren zur Schwellentränkung angewendet. Als Imprägnierungsflüssigkeiten dienen Steinkohlen-, auch Holz- und Braunkohlenteer, deren Zusammensetzung sehr verschieden und wechselnd ist. Während in dem vorzüglich zur Konservierung geeigneten Holzteer das eigentliche Kreofot, ein Gemenge von Kreofot ( $C_6H_4OHOCH_3$ ) und Guajakol ( $C_6H_4OCH_3OH$ ), enthalten ist, findet sich solches im Steinkohlenteer fast gar nicht; hier sind Karbolsäure, Phenol ( $C_6H_5OH$ ) und Kresol ( $C_6H_4CH_3OH$ ) die wirksamen antiseptischen Stoffe. Doch ist es auch hierbei Sprachgebrauch geworden, von Kreofotränkung zu sprechen. Alle Teere werden zu Imprägnierungszwecken vorher einer Destillation unterworfen, um die leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffe abzufiltrieren. Die Anforderungen, welche die einzelnen Bahnverwaltungen an die Teeröle stellen, sind verschieden. Man verwendet nur Schwellen, die durch 6–18monatige Lagerung gut ausgetrocknet sind, da sich die Öle nicht mit dem nassen Zellsaft mischen würden. Nach Erzeugung von Luftleere wird das auf 30–40° erwärmte Teeröl zugelassen und schließlich ein Druck von 8 Atmosphären ausgeübt. Schwellen aus Kiefernholz absorbieren ungefähr 12 kg, aus Buchenholz 14–16 kg, aus Eichenholz 5–6 kg. Erstere können durchschnittlich 15, die zweiten 16–18 und die letzten 18–20 Jahre benutzt werden. Herzenstein hat in einer Arbeit [9], in der die Berichte von 64 Bahnverwaltungen, hauptsächlich Frankreichs, Englands und Rußlands, niedergelegt sind, die Angabe gemacht, daß im Mittel:

	in Hauptgleisen	in Nebengleisen	zusammen
Kreofotierte Kiefern-schwellen . . .	15	5	20 Jahre
„ Eichen-schwellen . . .	18	7	25 „
„ Buchen-schwellen . . .	20	10	30 „

ausdauern. Uebrigens tritt die Zerstörung nach jenen angegebenen Zeiten nur zum geringsten Teil durch Fäulnis ein; sie hat vielmehr ihre Veranlassung in der mechanischen Beanspruchung der Schwellen. Von großem Einfluß auf die Dauer imprägnierter Schwellen sind die Witterungsverhältnisse, die Größe der Stützfläche der Schienen, die Form und Zahl der Schwellen und die Art ihrer Bettung, was bei einem Vergleich nicht außer acht zu lassen ist. Zweifellos ist aber die Kreofotierung eine der besten Konservierungsmethoden, da sie sowohl gegen das Eindringen von Feuchtigkeit schützt als auch starke antiseptische Wirkungen hat. So eignet sie sich auch besonders für Hafenbauten, weil Seetiere, wie *Teredo navalis*, so imprägniertes Holz unberührt lassen. Diesen Vorteilen steht der Nachteil gegenüber, daß es wegen seiner leichten Verbrennlichkeit sowie wegen seines unangenehmen Geruchs nicht für alle Bauzwecke benutzt werden kann.

Eine Abart des Kreofotierens ist das Blythe'sche Verfahren sowie das von de Paradis, nach denen das Holz der Einwirkung eines Gemenges von überhitztem Wasserdampf und von Teeröldämpfen 6–20 Stunden ausgesetzt wird. Um an Oel zu sparen, emulgiert man Teeröl, das nicht über 3% saure Bestandteile enthalten darf, in Wasser mit Hilfe von Harzseifen oder man imprägniert nur die Zellwandungen des Holzes, indem man nach Waffermann [10] das Holz vor der Tränkung einem starken Druck aussetzt, der während des Hinzutretens des Oels noch gesteigert wird. Bei Aufhören des Druckes preßt dann die gespannte Luft das überschüssige Oel heraus, während an den Zellwänden eine zur Konservierung hinlängliche Menge haften bleibt. — Das Rüttger'sche Verfahren [11] ist eine Verbindung des Burnett'schen ( $ZnCl_2$ ) mit dem Bethell'schen (Kreofotieren); das Wiefe'sche benutzt als Imprägnierungsflüssigkeit eine heiße wässrige Lösung von  $\beta$ -naphthalinfulfosaurem Zink. — Nach Nordon und Bretonneau wird das in Magnesiumsulfatlösung liegende Holz mit dem elektrischen Strom von 110 Volt Spannung, dessen Richtung stündlich wechselt, behandelt. Näheres hierüber wie über andre für Schwellentränkung vorgeschlagene und patentierte Verfahren in [10] und [12].

Zur Verbreitung der Konservierungsverfahren bei den Bahnverwaltungen sei bemerkt, daß von 87 Verwaltungen, die auf dem sechsten internationalen Eisenbahnkongreß 1900 in Paris vertreten waren, 38 mit Kreofot, 18 mit Chlorzink, 4 mit dem gemischten Verfahren (Chlorzink und Kreofot), 3 mit Kupfervitriol und 1 mit Salzwasser (sechsmonatiges Eintauchen) tranken, während 28 Bahnen von jeder Tränkung absehen [14].

Aehnliche Verfahren wie für die Schwellen- werden auch für die Grubenhölzerkonservierung angewendet [13].

Einer der größten Feinde des in Bauten verwendeten Holzes ist der Hauschwamm (*Merulius lacrymans*). Ueber dessen Bekämpfung das folgende: Das Beste ist neben Fernhaltung

von Feuchtigkeit gute Lüftung, da Zugluft ihn sofort absterben läßt, ferner Anwendung von Chlor; doch sind auch Anstriche mit Kochsalzlösung, Kupfervitriol, Karbolsäure und andern Mitteln, wie Carbolineum-Avenarius und das geruchlose Antinonin (Orthodinitrokrefolkalium) in Gebrauch.

Endlich werden zur Holzkonfervierung auch noch die Flammenschutzmittel gerechnet. Während Anstriche nur bedingten Schutz verleihen, ergeben sich bessere Resultate durch Imprägnieren. In beiden Fällen finden Wasserglas in 10–15prozentiger Lösung, auch mit Zusatz von Kreide, ferner Ammoniumsulfat und -borat (Gautschieren), Natriumwolframat, Natriumaluminat, Alaun, Chromalaun und andre Chemikalien Verwendung; auch die oben erwähnte Einführung zweier aufeinander einwirkender Salze dient zu demselben Zwecke.

Historisches über Holzkonfervierung findet sich in [15], S. 201.

Literatur: [1] Baumaterialienkunde, Bd. 11, S. 91. — [2] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 139, S. 182. — [3] Ebend., Bd. 169, S. 422. — [4] Polyt. Zentralbl. 1895/96, S. 41. — [5] Organ für den Fortsch. des Eisenbahnwesens 1891, S. 83. — [6] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 240, S. 445; Bd. 247, S. 225. — [7] Frémy, Encyclopéd. chimique, Le bois par Charpentier, S. 334. — [8] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 278, S. 221. — [9] Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer 1895, S. 2897. — [10] Oesterr. Chemikerztg., Bd. 8, S. 541 ff. — [11] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 271, S. 234. — [12] Bauingenieurztg., Bd. 2, S. 116 ff. — [13] Glückauf, Bd. 40, S. 394; Bd. 42, S. 560. — [14] Bauingenieurztg., Bd. 2, S. 133. — [15] Heinzerling, G., Die Konfervierung des Holzes, Halle a. S. 1885.

**Holzmalerei, Malerei in Aquarell- oder Deckfarben auf Holzgegenständen** (Tischplatten, Kästchen, Buchdeckel u. f. w.).

Am besten eignet sich Ahornholz für Holzmalereien, welches man vorher mit Gummi-, Schellack- oder Leimlösung imprägniert, dann gut abschleift, damit auf der Oberfläche nichts verbleibt. Die Zeichnung paßt man auf, führt solche aus und überzieht sie mit farblosem Lack.

Literatur: Freitag, Die Kunst der Oel-, Aquarell-, Holz- und Steinmalerei, Wien 1885. — Vorlagen für Holzmalerei: Zahn, A. v., Musterbuch für häusliche Arbeiten, Leipzig 1870–74, 3 Teile; Wendt, ebend. 1881; Schreiber, Schaper, ebend. 1881 und Berlin 1887; Tschendorf, Berlin 1882.

**Holzmeißel, f. Stemm- und Stechwerkzeug.**

**Holzmosaik, f. Intarsia unter Kunstgewerbe.**

**Holznägel** dienen zur Feststellung der Verzapfungen sowie der Ueberblattungen der Kopfbänder des Fachwerkbaues; sie werden mit dem Beile zugehauen, 2 cm dick und 6–8 cm lang.

Vorteilhaft sind die Holznägel beim Aufschlagen, weil sie die einmal zusammengesetzten Hölzer festhalten und ein Auseinanderweichen verhindern. Dagegen führt das Quellen der Nägel bei Nässe ein Aufsprengen der Bohrlöcher und damit ein Eindringen von Feuchtigkeit herbei, wodurch ein frühes Faulen des Holzes eintreten kann. An mittelalterlichen Holzbauten bilden die Holznägel die wesentlichen Hilfsverbindungen; in neuerer Zeit kommen sie wenig zur Anwendung.

**Holzöl**, beim Dämpfen des Holzes gewonnenes Nebenprodukt, in gereinigtem Zustande wasserhell und vom spez. Gew. 0,85, dient in bestimmten Fällen als Ersatz für Terpentinöl; auch Bezeichnung für den Gurjunbalsam (f. Gurjun) und für das aus den Samen von Aleurites cordata Müll.-Arg. in China und Japan gewonnene, nach 24 Stunden eintrocknende Firnisbaum- oder Tungöl. Dieses wird zum Wasserdichtmachen und Lackieren der Möbel verwendet. T. F. Hanau sek.

**Holzöl**, chinesisches, in China und Japan durch Auspressen der Früchte von Elaeococca vernicia gewonnenes fettes Oel, lichtgelb, ziemlich dickflüssig, mit eigentümlichem schweinefchmalähnlichem, lange anhaftendem Geruch und von ganz besonderem Trocknungsvermögen.

Mit sogenannten Deckmitteln läßt es sich in Firnis überführen und hat die Eigenschaft, bei über 200° C. liegenden Temperaturen zu gelatinieren und in den gewöhnlichen Lösungsmitteln unlöslich zu sein. Dient in der Fabrikation von Lacken und Anstrichfarben; ausgedehnte Anwendung ist durch die Verschiedenheit der importierten Qualitäten sehr erschwert. Andés.

**Holzpappe**, eine ganz aus Holzschliff, namentlich braunem, wohl auch gemischt mit Holzzellstoff, hergestellte Pappe von verhältnismäßig geringer Festigkeit; f. Pappforten. Kraft.

**Holzpflaster, f. Straßenbau.**

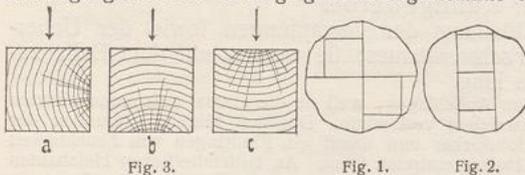
**Holzpressung, f. Plastische Massen.**

**Holzprüfung** (Holzuntersuchungen). Die Eigenschaften des Holzes, welche seinen bautechnischen Wert bestimmen, deren Erprobung daher sowohl für den Techniker als auch für den Forstmann von Bedeutung ist, sind I. die Festigkeit und II. das Verhalten gegen Feuchtigkeit. Ferner kommen bei der Auswahl unter den verschiedenen Holzarten zu einem bestimmten Verwendungszweck III. die Gewichtsverhältnisse in Frage. Das Verhalten gegen Feuchtigkeit ist hierbei nach drei Richtungen hin von Bedeutung, und

zwar insofern, als 1. mit dem Feuchtigkeitsgehalt des Holzes auch dessen Festigkeit und 2. infolge Schwindens und Quellens dessen Rauminhalt sich ändern und 3. die Dauerhaftigkeit des Holzes in vielen Fällen der Verwendung von der Widerstandsfähigkeit gegen wechselnden Zutritt von Feuchtigkeit und Luft abhängt. Der Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Festigkeit ist durch Parallelversuche mit luftgetrockneten und nassen Proben zu ermitteln. Seine Untersuchung bildet somit einen Teil der Festigkeitsversuche, erfordert daneben aber die Ermittlung des Feuchtigkeitsgehaltes und des Wasseraufnahmevermögens.

Die vollständige Untersuchung des Holzes auf seinen technischen Wert umfaßt somit die Ermittlung folgender Eigenschaften:

**1. Die Festigkeitseigenschaften.** 1. Druckversuche werden in der Regel in der Weise ausgeführt, daß die Druckrichtung mit der Längsrichtung des Stammes oder der Faserichtung zusammenfällt. Sie umfassen dann bei größeren Probenlängen auch die Knickversuche. — Als Probenform sind bei Prüfung ganzer Stämme vereinzelt Platten verwendet, die den ganzen Querschnitt des entrindeten Stammes umfassen. Sie bieten den Vorteil, daß das Ergebnis unbeeinflusst ist von den Unterschieden in der Festigkeit des Holzes an den verschiedenen Stellen des Stammquerschnittes; dagegen haben sie den großen Nachteil, daß die Scheiben beim Trocknen reißen und das Ergebnis des Druckversuches dann durch die Größe und den Verlauf der Risse beeinflusst ist [1]. Zweckmäßiger ist es daher, Proben mit quadratischem Querschnitt in Form von Platten [2], Würfeln oder Prismen aus dem Stamm herauszuschneiden. Am gebräuchlichsten ist die Verwendung von Würfeln. Der Internationale Verband für die Materialprüfung der Technik hat ihn 1906 zu Brüssel zur Bestimmung der Bruchspannung vorgeschlagen, während zu Elastizitätsbestimmungen Prismen verwendet werden sollen, deren Länge gleich der dreifachen Querschnittskante ist [3]. Die Höhenverminderung soll auf den Spiegelflächen und Wölbflächen getrennt ermittelt werden. Die Meßlänge soll hierbei gleich der Querschnittskante fein und symmetrisch zur Mitte liegen. Diese Vorschrift ist gegeben, weil die Höhenverminderungen zu gering ermittelt werden, wenn die Endquerschnitte der Meßlänge der Druckfläche zu nahe liegen [1]. Die letzteren sind zur Erzielung gleichmäßiger Kraftübertragung entweder durch gutgeführte Sägenschnitte oder durch sorgfältiges Behobeln herzurichten [1], [3], [4]. Bei Untersuchung ganzer Stämme sind die Proben wie folgt zu entnehmen:



a) zur Ermittlung von Durchschnittswerten für die Druckfestigkeit nach Fig. 1 derart, daß eine Diagonale der quadratischen Druckfläche einen Halbmesser des Stammquerschnittes bildet, und

b) bei Sonderuntersuchungen, z. B. um den Einfluß des Alters des Holzes auf dessen Festigkeit zu ermitteln, nach Fig. 2 derart, daß immer zwei Seiten möglichst tangential zu den Jahresringen liegen [3], [5]—[8].  
Bei Beurteilung der Ergebnisse aus den Versuchen nach a) ist in Rücksicht zu ziehen, in welchen Anteilen die Probe aus Splint- und Kernholz besteht. — Aus einzelnen bereits zugechnittenen Hölzern (Bauholz) sind die Druckproben tunlichst so zu entnehmen, daß die Markröhre nicht innerhalb des Probekörpers liegt. Druckversuche mit Krafttrichtung senkrecht zu den Fasern, auch „Härteprüfungen“ genannt [4], [9], sollen die Widerstandsfähigkeit des Holzes bei der Verwendung zu Unterlagen als Eisenbahnschwellen und im Holzverband erweisen. Bei ihnen wird daher auch nur ein Teil der Druckfläche belastet und die Zusammendrückung ermittelt.

2. Biegeversuche werden an prismatischen Proben ausgeführt, wobei die beiden Probenenden zweckmäßig durch Rollen unterstützt sind und die Belastung als Einzellast in der Mitte angreift. Oertliche Verdrückungen sind durch Zwischenlagen aus hartem Holz zu verhüten. Die Abmessungen der letzteren müssen zu denen der Probe in einem bestimmten Verhältnis stehen, damit die Ergebnisse vergleichbar bleiben [8]—[12]. Daher soll nach den Konferenzbeschlüssen [3] die Länge der Zwischenlagen über den Auflagern gleich der Probenhöhe, über dem Kraftangriff gleich einem Zehntel der Stützweite und die Dicke gleich einem Drittel der Probenhöhe sein. Von Einfluß auf das Ergebnis sind das Verhältnis zwischen Höhe des Probenquerschnittes und Stützweite sowie die Lage der Jahresringe zur Krafttrichtung (s. Fig. 3, a—c). Nach Wijkander erzielte die Beanspruchung nach a) größere Bruchlast und geringere Durchbiegung als Beanspruchungen nach b) und c) [9]. Tetmajer fand nach c) größere Bruchlasten als nach b). Nach den Konferenzbeschlüssen sollen daher bei Untersuchungen ganzer Stämme die Biegeproben derart entnommen werden, daß eine Diagonale des quadratischen Querschnittes einen Halbmesser des Stammes bildet. Von den entfallenden vier Proben sollen mindestens zwei diametral gegenüberliegende derart geprüft werden, daß eine der beiden radialen Schnittflächen auf der Zugseite liegt. Auch bei den aus einzelnen Holzstücken entnommenen Biegeproben sollen die Jahresringe tunlichst zu der einen Seite, der Zugseite, senkrecht stehen. Die Stützweite soll mindestens gleich der achtfachen Höhe sein und im allgemeinen 1,5 m betragen. Zum vollständigen Biegeversuch gehört die Bestimmung der Proportionalitätsgrenze, des Elastizitätsmoduls, der Bruchlast, d. h. der höchsten von dem Probefestab getragenen Belastung — einzelne Brüche von Faserbündeln oder Flächenabspaltungen sind noch nicht als Bruch anzusehen — und der Biegearbeit bis zur Höchstlast [8]—[11]. —

Johnson hält nicht die gefamte bis zum Bruch geleistete Arbeit für maßgebend zur Beurteilung des Holzes, sondern nur die Arbeit bis zur Biege- oder Streckgrenze [12].

3. Zugversuche werden in der Regel auf Proben beschränkt, die in der Längsrichtung aus dem Stamm entnommen sind. Bei ihrer Durchführung entfallen besondere Schwierigkeiten in der Einspannung der Stabenden. Wie die letzteren auch angeordnet sein mögen, in allen Fällen ist die Belastung durch die Schubfestigkeit in der Längsrichtung von außen auf den Zerreiquerschnitt zu übertragen. Da nun die Zugfestigkeit in der Längsrichtung so erheblich größer ist als die Schubfestigkeit, so müssen die Stabköpfe im Verhältnis zum Zerreiquerschnitt außerordentlich lang gehalten werden. Ferner empfiehlt es sich, die Einspannung so zu wählen, daß sie seitlichen Druck auf die Kopffläche ausübt, damit der Widerstand gegen Herausziehen des Stabteiles mit dem Zerreiquerschnitt aus den stärkeren Köpfen infolge Ueberwindung der Schubfestigkeit erhöht wird. — Nach diesen Gesichtspunkten sind die Stabformen von Baufchinger [11], des Lichterfelder Materialprüfungsamtes nach Martens [13], von Tetmajer [10], von Wijkander [9] und von Johnson [12] bemessen. Alle arbeiten mit Flachstäben, deren Köpfe bei den drei erstgenannten mit Schrauben zwischen Druckplatten eingepreßt sind, bei den beiden letzteren zwischen Reißkeilen liegen. Warren [14] verwendet Rundstäbe mit langen flachen Köpfen. Sie werden eingepannt, indem die Schultern der Stabköpfe als Widerlager dienen. Die Proben werden am besten aus Spaltstücken herausgearbeitet [3], damit die Jahresringfchichten parallel zu den Staboberflächen liegen und nicht ausschiefen. Die Breitseiten stehen entweder senkrecht oder tangential zu den Jahresringen. Die Dicke der Stäbe soll 1 cm, die Breite mindestens 2 cm, die Versuchslänge 22 cm betragen.

Holzart	nach	Mittlere Verhältniszahlen die Druckfestigkeit gleich 100 gesetzt		
		Zug	Schub	Biegung
Föhre oder Kiefer	Tetmajer	293	25	166
	Wijkander	242	21	160
Tanne oder Fichte	Tetmajer	203	23	157
	Wijkander	220	22	164
Eiche . . . . .	Tetmajer	281	22	175
	Wijkander	264	30	179
Buche . . . . .	Tetmajer	419	27	209
	Wijkander	(287)	31	194
Nadelholz . . . .	Tetmajer	230	23	162
	Wijkander	231	22	162
Laubholz . . . . .	Tetmajer	350	25	192
	Wijkander	276	31	190

Wie nebenstehende Tabelle erkennen läßt, bestehen bestimmte Beziehungen zwischen den verschiedenen Festigkeiten einer und derselben Holzart, und zwar sind für schweizerische Hölzer (Tetmajer) nahezu die gleichen Werte erhalten wie für schwedische (Wijkander).

4. Spaltversuche. Die Proben erhalten die von Nördlinger [15] eingeführte Form, Fig. 4 mit Spaltflächen ABC radial und tangential zu den Jahresringen, wobei die Kraft P bestimmt wird, die in den Nuten R angreifend zum Auseinanderreißen der beiden Schenkel erforderlich ist. Die Abmessungen sind bei allen

Proben gleich zu wählen, zumal die Federkraft, mit der die auseinander gespannten Schenkel sich wieder zu vereinigen, d. h. gerade zu richten, streben, von bedeutendem Einfluß auf die Haltbarkeit sind. Die Konferenzbeschlüsse haben folgende Werte angenommen:  $a = 2,5$  cm,  $b = 5,0$  cm,  $h = 4,0$  cm,  $l = 5,0$  cm und  $w = 1,5$  cm. Reicht das Probematerial zur Erzielung der Länge  $l = 5$  cm nicht hin, so wird die von Rudeloff vorgeschlagene Anordnung (Fig. 5) verwendet [8]. Zur Lastübertragung dienen hierbei unter vollständigem Ausschluß der Federkraft die eisernen Schenkel S, die mittels eiserner Bügel B und Keilverbindungen K fest an die Probe angeschlossen und durch die Nafen N gegen Verschieben nach außen gesichert sind.

5. Scherverversuche. Nach der Anzahl der gleichzeitig auf Abscheren beanspruchten Querschnitte sind einschnittige [11], [16] und zweischnittige [4], [9] Vorrichtungen zu unterscheiden (s. Scherverversuch). Nach den Konferenzbeschlüssen [3] sollen die einschnittigen verwendet und die Scherfestigkeit soll sowohl radial als auch tangential zu den Jahresringen ermittelt werden. Der Angriff der Belastung soll in beiden Fällen von Hirn (Querschnittsfläche des Stammes) aus erfolgen. Beeinträchtigt wird das Ergebnis stets dadurch, daß die unter den Scherbacken liegenden Holzteile zerdrückt werden, so daß die Backen in die Probe eindringen und der auf Abscheren beanspruchte Querschnitt sich vermindert. Die Eindringtiefe läßt sich zwar ermitteln, es ist aber Gebrauch, sie unberücksichtigt zu lassen und die Scherspannung aus der Höchstlast und dem ursprünglichen vollen Querschnitt zu berechnen. Mit zunehmender Breite der Scherbacke nimmt die Eindringtiefe zwar ab; dann wachsen aber die unvermeidlichen Biegungsspannungen, die das Ergebnis des Scherverversuches stark beeinflussen können. Daher empfiehlt es sich, die Scherbacken möglichst schmal und die Scherfläche in Richtung der Scherkraft möglichst klein zu wählen, damit die zum Abscheren erforderliche Kraft eine im Verhältnis der Druckfestigkeit des Holzes möglichst kleine Flächenbelastung der Scherbacken ergibt [16]. Nach den Konferenzbeschlüssen sollen daher die Scherbacken nicht über 1 cm breit sein und ihre

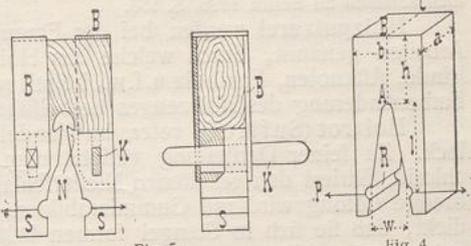


Fig. 5.

Fig. 4.

Angriffsflächen senkrecht zur Krafrichtung stehen, also nicht mefferartig abgefrägt fein. Die Breite der Proben (Scherfläche) soll bei radialem Schnitt nicht über 5 cm, bei tangentialem Schnitt nicht über 3 cm betragen, ihre Länge in der Krafrichtung soll gleich der vierfachen Breite der Scherbacken sein.

Von wesentlichem Einfluß auf die Ergebnisse der Festigkeitsversuche mit Holz ist neben der Form der Proben die Geschwindigkeit, mit der die Belastung gesteigert wird, die Lagerdauer nach dem Fällen und der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes. Dem Einfluß der Belastungsgeschwindigkeit ist zur Erzielung vergleichbarer Ergebnisse dadurch Rechnung zu tragen, daß man die Belastung in der Zeiteinheit um gleich viel steigert — nach den Konferenzbeschlüssen [3] in der Minute um 20 kg/qcm — und die bleibende Formänderung erst dann feststellt, wenn sie während einer Minute Entlastungsdauer keine Abnahme mehr zeigt. Der Einfluß der Lagerdauer nach dem Fällen scheint innerhalb eines Jahres beendet zu sein; er äußert sich in Zunahme der Festigkeit und Abnahme der Biegearbeit. Mit wachsendem Feuchtigkeitsgehalt nimmt die Festigkeit ab; daher empfiehlt es sich, die Versuche im allgemeinen an luftgetrockneten Proben auszuführen, ihren Feuchtigkeitsgehalt zur Zeit der Prüfung festzustellen, 12% als Normalfeuchtigkeitsgehalt anzunehmen und die Beobachtungswerte auf ihn umzurechnen, soweit die Verhältnisse über den Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes bereits erforscht sind.

II. Die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes, ausgedrückt in Hundertteilen des vollständigen Trockengewichtes, soll möglichst unmittelbar an den ganzen Festigkeitsproben erfolgen oder, wenn diese zu groß sind, an 2–5 cm dicken Scheiben, die möglichst nahe der Bruchstelle quer zur Probe mittels Handfäge von ihr zu entnehmen sind. Die Trocknung ist bei 95–98° C. so lange fortzusetzen, bis keine größeren Gewichtsunterschiede als 0,3% des Trockengewichtes mehr festzustellen sind.

III. Das Raumbgewicht wird entweder aus dem Gewicht und den Abmessungen fauber bearbeiteter, rißfreier Proben berechnet oder mittels Eintauchverfahrens (Friedrichsches Präzisionsxylometer) nach der verdrängten Wassermenge bestimmt. Dünne scheibenförmige Proben sind hierbei durch Bestreichen mit Leinöl oder durch Eintauchen in eine Lösung von Paraffin und Benzol gegen Wasseraufnahme zu schützen. Die hierbei eintretende Volumenänderung ist so gering, daß sie nicht in Rechnung gezogen werden braucht.

IV. Das Schwinden und Quellen des Holzes bei Änderung seines Feuchtigkeitsgehaltes wird entweder an Stücken beliebiger Form mittels Eintauchverfahrens oder durch Berechnung aus den Längenänderungen prismatischer Proben senkrecht und tangential zu den Jahresringen sowie längs zum Stamm ermittelt. Die Gewichtsveränderungen sind ebenfalls festzustellen. An jeder der sechs Prismenflächen sind in deren Mittellinien zwei Messungen auf 0,1 mm vorzunehmen, und zwar sind festzustellen entweder die Gesamtlängen der Mittellinien an sorgfältig bearbeiteten Prismen oder die Größe besonderer durch Strichmarken abgegrenzter Meßlängen.

Literatur: [1] Rudeloff, Ein Beitrag zur Vereinheitlichung der Verfahren zur Prüfung von Holz, Mitteilungen a. d. techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1901, S. 270. — [2] Hadek und Janke, Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit des österreichischen Bauholzes, 1. Fichte Südtirols, Wien 1900, S. 50. — [3] Rudeloff, Aufstellung einheitlicher Methoden für die Prüfung von Holz, Bericht, vorgelegt dem Internationalen Verbands für die Materialprüfung der Technik, Brüssel 1906. — [4] Johnson, Progress in timber physic, 1898, Zirkular 18, S. 6. — [5] Martens, Handbuch der Materialkunde, 1898, S. 110. — [6] Fernow, Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1898, S. 373. — [7] Schwappach, ebend., S. 414. — [8] Rudeloff, Der heutige Stand der Holzuntersuchungen und die Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren, Mitteilungen a. d. techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1899, S. 186. — [9] Wijkander, Untersuchung der Festigkeitseigenschaften schwedischer Holzarten, Göteborg 1897. — [10] Tetmajer, Mitteilungen der Materialprüfungsanstalt am schweiz. Polytechnikum in Zürich, Heft 2, 1896. — [11] Baufchinger, Mitteilungen a. d. mech.-techn. Laboratorium der Technischen Hochschule zu München, Heft 9. — [12] Johnson, Timber Physics, Teil 1, Washington 1892. — [13] Rudeloff, Mitteilungen a. d. Kgl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1887, Ergänzungsheft 3, S. 14. — [14] Warren, Australian Timbers, Sydney 1892, S. 14. — [15] Nördlinger, Die technischen Eigenschaften des Holzes, 1860. — [16] Rudeloff, Versuche mit afrikanischen Hölzern, Mitteilungen a. d. Kgl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1895, S. 133.

Rudeloff.

**Holzputzerei** werden bei der Erzeugung des Holzzeuges alle diejenigen Arbeiten genannt, durch welche das Holz von denjenigen Bestandteilen, wie Rinde, Astknoten, Faulholz u. f. w., befreit wird, welche eine Verunreinigung bzw. Farbenänderung des Holzzeuges herbeiführen könnten; f. Holzzeug. Kraft.

**Holzrot** (Safrot), roter, im Handel in Stangenform vorkommender Farblack. Zu feiner Darstellung versetzt man Fernambukholzabkochung mit Zinnchlorid, filtriert den erhaltenen Niederschlag ab und löst ihn in Ammoniak. Die breiige Lösung wird mit Gummiarabikum, Zucker und Weizenmehl so weit verdickt, daß sie sich in Stengel formen läßt, die schließlich bei gelinder Wärme getrocknet werden.

R. Möhlan.

**Holzsaure Tonerde**, f. Aluminiumverbindungen.

**Holzschleifmaschine**, auch Zerfaferer, Defibreur genannt, die in der Papierfabrikation bei der Herstellung des Holzzeuges verwendete Vorrichtung, durch welche mittels eines Schleiffines die Zerfaferung des Holzes zur Ausführung kommt; f. Holzzeug. Kraft.

Kraft.

**Holzschliff**, f. v. w. Holzstoff oder Holzzeug (f. d.).

**Holzschliffbleiche**, das Bleichen des Holzzeugs (f. d.).

**Holzschneidekunst** (Xylographie), die Herstellung von hölzernen Buchdruckformen durch Ausheben der weißbleibenden Stellen. In neuerer Zeit hat man mittels des sogenannten Holztielftichs auch verfuht, Tiefdruckformen durch galvanoplastische Abformung von Holzschnitten zu erzielen, bei welchen das Bild wie beim Kupferstich vertieft eingeschnitten wurde.

Zur Verwendung gelangen fast ausschließlich Hirnholzplatten (Querschnitte der Stämme) aus Buchsbaumholz, und zwar liefert das gelbe das beste Material. Um eine möglichst homogene Platte (den sogenannten Stock) zu erhalten, muß sie häufig aus vielen Stücken sorgfältig zusammengeleimt werden. Die Erzeugung der Stücke erfolgt heute beinahe ausnahmslos durch speziell damit sich beschäftigende Werkstätten. Die dem Holzschneider als Grundlage dienende Zeichnung wird entweder mittels Bleistift oder photographisch auf das Holz gebracht. Im ersteren Falle wird die feingeschliffene Plattenoberfläche mit einer dünnen Schicht eines aus Gummiarabikum und Zinkweiß bestehenden Breis versehen, getrocknet, feitenverkehrt bezeichnet (im Spiegelbilde) und sodann zum Schutze mit einem Papierblatt mittels Wachs beklebt, welches allmählich entfernt wird. Bei der Photoxylographie verreibt man (nach Brandlmayr) einen aus geschlammtem Kremserweiß, warmer Gelatinelösung (4:100) und etwas Eiweiß bereiteten Grund dünn auf dem Stocke, verfährt dessen Seitenflächen mit etwas Wachs, um das Auflaugen von Flüssigkeit zu verhindern, sensibilisiert in mit ein Achtel ihres Gewichtes Zitronensäure versetzter gefättigter Lösung von kristallisiertem Silbernitrat in Glycerin, kopiert unter dem Negative, fixiert mit Fixiernatronlösung (1:4) und wäscht  $\frac{1}{4}$  Stunde in fließendem Wasser. — Beim Schneiden selbst liegt der Stock auf einem mit Sand gefüllten Lederkissen, dessen Unterlage ein schiefes Pult bildet. Mit Wasser gefüllte Glaskugeln oder große Konvexgläser werfen einen hellen Lichtkegel auf die Platte, in Kugelgelenken leicht bewegliche Lupen (auch Relieflupen) erleichtern das Bearbeiten feiner Details. Das Schneiden erfolgt in der Weise, daß der Stock mit der linken Hand dirigiert wird, während die rechte den Stichel (je nach der Notwendigkeit Grab- oder Messer-, Spitz-, Hohl-, Flach- und Fadenstichel) führt. — Hat der Xylograph genau das vorgezeichnete Bild stehen zu lassen, also nur die freien Stellen getreulich zu entfernen, so spricht man von Faksimile schnitt; dagegen bezeichnet man es als Linienmanier oder Ton schnitt, wenn dem Holzschneider das Zerlegen der geschlossenen (homogenen) Töne einer gewissen Zeichnung oder eines Halbtonbildes (Photographie) in druckfähige, aus verschiedenen starken Strichen und Punkten bestehende (lineare) Töne überlassen ist; findet das eine und das andre beim Schneiden eines Stockes statt, so heißt es farbiger Faksimile schnitt. Um den Druck eines zarten Verlaufers zu erleichtern, werden die zuletzt abklingenden Tonpartien durch Abziehen mit dem Stichel unter das Niveau der Stockoberfläche gelegt. — Für die Herstellung von Holzschritten zu technischen Abbildungen, die größtenteils aus in geometrischen Figuren geführten, systematisch angeordneten Linien (Schraffuren) bestehen, dienen der Guillochiermaschine (vgl. Guillochieren) ähnliche Apparate (Holzschneidemaschinen). — Die Chromoxylographie erzeugt Teilplatten für den Farbdruck (f. d.). — Zumeist wird, namentlich bei großen Auflagen, nicht vom Holzschritte direkt, sondern von galvanoplastisch gewonnenen Kopien (f. Klischee) gedruckt. — Für grobe Arbeiten ist der Hoffmannsche Messerholzschnitt gedacht, bei welchem eine auf den Stock aufgedrückte dünne Holzdecke an den weißbleibenden Stellen mit dem Messer durchtrennt und abgehoben wird.

Literatur: Rouget, J. M., Anleitung zur Holzschneidekunst, Ulm 1855; Hering, A., Anleitung zur Holzschneidekunst, Leipzig 1873; Hoffmann, H. (M. Kraufe), Der Messerholzschnitt, Berlin 1890; Unger, A. W., Die Herstellung von Büchern, Illustrationen u. f. w., Halle a. S. 1906; Linton, Wood engraving, London 1884. A. W. Unger.

**Holzschneidereien**, f. Sägen und Sägemaschinen.

**Holzschrauben** (nicht zu verwechseln mit hölzernen Schrauben) dienen zum Einschrauben in Holz, das zuvor mit einem feineren Nagelbohrer angebohrt ist. Sie enthalten ein scharfes Gewinde in weiten Gängen auf konischem Kern und versehen den oder halbrunden Kopf mit Schlitz für den Schraubenzieher oder Vierkantkopf (Schlüsselschrauben).

Berechnet man die Kraft zum Ausreißen einer Schraube von  $d$  cm Durchmesser und  $l$  cm eingeschraubter Länge für 80 kg/qcm Scherfestigkeit von Hartholz, also  $\pi d l$  80 kg, so wird man die Schraube mit (25—40)  $d l$  kg belasten dürfen, in weichem Holz von 40 kg/qcm Scherfestigkeit nur halb so stark; in Hirnholz halten die Schrauben sehr wenig, weil sie die Fasern durchschneiden. Es kostet ein Gros von 144 Stück eiserne (bezw. messingene) Holzschrauben von  $d/l = 3/25$  mm ca. 0,50 (1,20)  $\mathcal{M}$ ., 5/50 mm 1,50 (5)  $\mathcal{M}$ ., 10/100 mm 10  $\mathcal{M}$ .; 100 Stück Schlüsselschrauben roh (bezw. blank) von 8/50 mm kosten 3 (3,50)  $\mathcal{M}$ ., 10/100 mm 5 (8)  $\mathcal{M}$ ., 16/200 mm 15 (28)  $\mathcal{M}$ . Lindner.

**Holzschuppen**, -schopf, -stall, -remise, zur Aufbewahrung von Holz im Trockenen, 1. für Brennholz; ist leicht und luftig zu erstellen, am besten aus Lattenwänden; 2. für Nutzholz der Schreiner; zur Lagerung und Aufhölzelung der Bretter sind niedere Stockwerke übereinander zu errichten; äußere Wandungen können hier entbehrt werden, dagegen sollen weite Dachvorsprünge das Eindringen von Regen verhüten. Weinbrenner.

**Holzschwarz**, schwarze Farbe für Seide und Wolle, aus Blauholz mit Eisenbeize oder zweifach chromsaurem Kali dargestellt.

**Holzspiritus**, f. Holzgeist.

**Holzstein** (Kieselholz), meist in Quarz umgewandeltes verfeinertes Holz.

Die Beschaffenheit des Quarzes ähnelt derjenigen des Hornsteins (f. Quarz), ist sehr feinkörnig bis dicht und von Farbe meist dunkelbraun oder grau bis schwarz. Die Wände der Holzgefäße sind meist dunkler wie ihre Ausfüllung; dadurch entsteht eine feine Streifung und ein genaues Abbild der Holzstruktur. Im Längs- und noch mehr im Querschnitt tritt daher bei in Quarz umgewandelten Stämmen eine schöne Holzzeichnung heraus, die sich auf polierten Flächen sehr scharf hervorhebt. Die Holzsteine werden daher vielfach zu allerlei kleinen Kunstgegenständen verarbeitet, zu Dosen, kleinen Gefäßen, Briefbeschwerern, Teilen von Leuchtern u. f. w., in wenigen Fällen auch zu Schmucksteinen (Brofchen). Querschnitte durch dicke und gut erhaltene Stämme dienen als Tischplatten, Sockel u. f. w. Große Stücke werden im Rotliegenden des Kyffhäufers und Sachfens gefunden, andre kommen aus Arizona, Colorado und Kalifornien und werden in Oberstein-Idar an der Nahe wie andre Quarzarten verarbeitet. Das massenhafte Vorkommen setzt den Wert des Rohmaterials sehr herab. Der Preis der Waren richtet sich daher mehr nach der Arbeit.

*Leppla.*

**Holzstiele** für Handwerkszeuge, Stiele aus Eschen-, Hickory-, Weißbuchenholz.

**Holzstifte**, Holznägel der Schuhmacher aus Birken- oder Ahornholz zur Verbindung des Oberleders mit dem Sohlleder.

Man unterscheidet amerikanische, mit von vier Seiten zugespitzter, und deutsche Stifte, deren Spitze Keilform besitzt. Die Herstellung der Holzstifte erfolgt ausschließlich durch besondere Maschinen (Holzstiftmaschinen). Das zu verarbeitende Holz wird mit der Pendelsäge in ca. 2 m lange Blöcke, letztere sodann mit der Kreisäge in Scheiben von der Länge der Stifte geschnitten. Diese Scheiben werden hierauf auf der Spitzmaschine auf einer Seite mit Spitzen versehen und endlich auf der Spaltmaschine die einzelnen Spitzenreihen voneinander getrennt und in einzelne Stifte zerlegt. Jetzt werden in der Schuhgroßindustrie die Holzstifte unmittelbar vor ihrem Eintreiben in der betreffenden Maschine selbst durch Abfchern von einem Holzbande, das unten eine Längsschneide aufweist, erzeugt.

**Holzstöckelpflaster** für Brückenfahrbahnen besteht aus prismatischen Klötzen (Blöcke, Stöckel), die mit der einen Hirnseite nach oben entweder dicht nebeneinander oder mit Fugen von 2—12 mm verlegt sind. Die Stöckel haben 10—15 cm Höhe, 7—10 cm Breite, 16—25 cm Länge.

Nach der üblichen Art der Ausführung werden die Stöckel in Reihen quer zur Fahrtrichtung angeordnet. Zwischen den Reihen, in welchen die Stöckel dicht im Verbande liegen, werden durch Einlegen von etwa 4 mm starken Holzleisten Fugen offen gehalten, die nachträglich mit Kies und Asphalt ausgefüllt werden. Verschiedene andre vorwiegend amerikanische Ausführungsarten sind beschrieben in [1]. Als Unterlage des Holzpflasters dient auf eisernen Brücken entweder ein mit Teerpappe belegter Bohlenbelag oder eine Betonschicht, die mit einer Schichte Zementmörtel oder Asphalt abgeglichen ist. Es werden Stöckel aus Eichen-, Nadel- oder Buchenholz angewendet. Um ihre Dauer zu erhöhen, werden sie mit fäulniswidrigen Stoffen (Zinkchlorid oder schwache Karbolsäure) imprägniert, wodurch erfahrungsgemäß auch das Quellen und Schwinden des Holzes erheblich vermindert wird. Statt des Imprägnierens hat man auch starkes Trocknen und nachheriges Eintauchen der Stöckel in heißen Teer oder Asphalt angewendet und damit bei Eichenholzstöckeln gute Erfahrungen erzielt. Ueber Buchenholz liegen noch keine ausreichenden Erfahrungen vor. Vor dem Verlegen werden die Holzstöckel in eine heiße Klebmasse (aus Teer und Pech u. dergl.) getaucht, oder es werden nachträglich die Fugen gut mit Asphalt ausgegossen. Ueber das fertige Pflaster wird eine Schicht Sand gestreut. Vgl. Holzkonfervierung.

Das Holzstöckelpflaster hat für Brückenfahrbahnen zwei wichtige Vorteile: es ist beträchtlich leichter als andre dauerhafte Konstruktionen (Steinpflaster oder Steinschlagdecke) und es mildert durch seine Elastizität die Stöße der bewegten Lasten. Der Gewichtsunterschied gegen Steinpflaster ist bei der Stärke  $d$  cm des Pflasters etwa  $14d$  kg pro Quadratmeter, mithin bei  $d = 13$  cm rund 180 kg pro Quadratmeter. Hiernach würde bei Anwendung eines Holz- gegenüber einem Steinpflaster bei der Brückenbreite  $b$  m die Ersparnis am Gewichte des eisernen Ueberbaues von der Spannweite  $l$  sich mit  $\frac{180}{250-l} bl$  kg pro Meter Brücke veranschlagen lassen.

Diesen Vorteilen stehen die höheren Kosten des Holzpflasters (eichenes Stöckelpflaster pro Quadratmeter im Mittel 20 M.), die raschere Abnutzung sowie der Umstand gegenüber, daß in einigen Fällen infolge des Werfens und Aufquellens des Pflasters ungünstige Erfahrungen über dessen Erhaltung gemacht wurden, welche aber wohl zum größten Teile einer nicht ganz entsprechenden Ausführungsweise zuzuschreiben sind. — Vgl. a. Straßenbau.

Literatur: [1] Winkler, E., Vorträge über Brückenbau, die Querkonstruktionen der eisernen Brücken, Wien 1884. — [2] Häfeler, Der Brückenbau, 2. Lief., Braunschweig. — [3] Handbuch der Ingenieurwissensch., Bd. 2, Brückenbau, 2. Abt., 8. Kap., Leipzig 1890.

*Melan.*

**Holzstoff**, eine in der Papierfabrikation als Surrogat für Hadern verwendete, aus zerfasertem Holze bestehende Masse; f. Holzzeug.

*Kraft.*

**Holzstoffisolator**, eine der Hauptsache nach aus Holzstoff bestehende

Masse, welche bei der Isolierung elektrischer Leitungen das Hartgummi ersetzen soll und entweder aus einer Mischung von Holzstoff und Gummiabfällen oder auch aus Holzstoff und Schellack hergestellt wird.

**Holzstoffpapier**, auch Holzschliffpapier, ein ausschließlich aus Holzschliff bestehendes Papier, welches jetzt nicht mehr erzeugt wird, zur Zeit der Erfindung der Holzschliffabrikation aber manchmal in vollkommener Reinheit hergestellt wurde; f. Papierforten.

**Holzstoffplatten** werden nach dem Patent Grünert aus gefärbtem Holzschliff oder Holzzellstoff, welcher mit Leim oder Firnis zu einer gewissen Konsistenz gebracht wurde, hergestellt.

Um der Masse eine größere Plaftizität zu erteilen, wird Sirup oder Glycerin und der Wasserbeständigkeit wegen Wasserglas beigemischt. Diese Masse wird, der Vorlage entsprechend, in die in Fig. 1 dargestellte Form gedrückt, welche aus einem Blechrahmen *a* von gewünschter Höhe und aus den einzelnen der Zeichnung angepaßten Abteilungen besteht, die ebenfalls aus dünnen Blechwänden *b* erzeugt sind. Nach dem Einstampfen der Masse in die einzelnen Abteilungen, wobei der Erleichterung wegen Schablonen verwendet werden, durch welche jeweilig nur diejenigen Abteilungen offen gelassen bleiben, die mit gleichgefärbtem Stoff zu füllen sind, wird die ganze Masse aus der Form heraus in einen Umfassungsrahmen gestoßen, wobei der aus den Abteilungsformen entsprechenden Holzstücken bestehende Stempel (Fig. 2) in Anwendung steht. Die so in einem Rahmen eingeschlossenen, jedoch noch durch schmale Furchen getrennten Massenteile werden nun durch einen starken Druck in einer hydraulischen Presse miteinander zu einer zusammenhängenden Holzstoffplatte verbunden, wobei die Furchen durch das Breitdrücken der einzelnen Massenteile ausgefüllt werden.

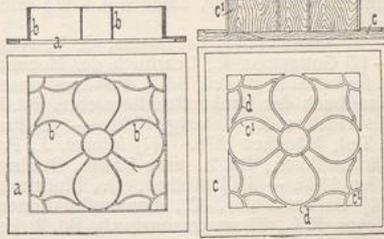


Fig. 1.

Fig. 2.

**Holzstofffortierer**, diejenigen bei der Herstellung des Holzzeuges verwendeten Vorrichtungen, durch welche das vom Zerfaserer erzeugte Holzfasermaterial nach der Größe der Fasern in verschiedene Stoffgrößen fortiert wird und welche gewöhnlich aus Zylinder- oder Rahmensieben bestehen; f. Holzzeug.

**Holzstofftrockner**, diejenigen Vorrichtungen, durch welche das Holzzeug behufs weiterer und billigerer Verfrachtung auf physikalischem Wege bis auf etwa 12—15% Feuchtigkeit gebracht wird. Dieselben sind den Pappetrockeneinrichtungen ähnlich; f. Holzzeug und Pappefabrikation.

**Holzstuck, Holzfurrogate**, f. Plastische Massen.

**Holztrum**, derjenige Raum im Schachte (f. d.), in dem das für den Grubenbetrieb benötigte Holz in die Grube hinabgelassen wird.

**Holzverband (Holzverbindung)**. Die einzelnen Teile einer Holzkonstruktion — Holzstücke — müssen an den Zusammenstoßen (der Berührungsfächen, Fugen) entsprechend geformt sein, damit sie genau zusammenpassen und (entweder ohne oder mit Befestigungsmittel) so miteinander verbunden sind, daß sie in ihrem Zusammenhang den Wirkungen der Außenkräfte als ein Ganzes Widerstand leisten können.

Die Holzverbindungen lassen sich wie folgt einteilen:

I. Das Zusammenleimen. In der Tischlerei die gebräuchlichste Verbindungsart. Für geringe Beanspruchungen, wie sie bei Möbeln u. f. w. vorkommen.

II. Das Zusammenschrauben und Zusammennageln mittels eigener Holzschrauben, Nägel und Klammern aus Eisen, deren Formen allgemein bekannt sind.

III. Die eigentlichen Holzverbände des Zimmermanns und auch des Tischlers, welche am häufigsten bei den Baukonstruktionen und auch bei den Möbeln angewendet werden. Diese können in bezug auf die gegenseitige Lage der Verbandstücke eingeteilt werden in: Verlängerungen horizontaler und vertikaler Hölzer; Kreuzungen zwischen Hölzern von verschiedener Lage; Verstärkungen durch gleichlaufende Hölzer. Verlängerungen und Kreuzungen werden als Verbände mit kurzer, die Verstärkungen als Verbände mit langer Fuge bezeichnet.

In bezug auf die Berührungsfäche oder Fuge ergeben sich folgende Hauptformen bei den Verbänden aus Kantholz: 1. Der Stoß. Wird vornehmlich bei den Verlängerungen, und zwar als gerader und schräger Stoß angewendet. 2. Das Blatt, ebenfalls vornehmlich bei den Verlängerungen und dann auch bei Eckverbänden und Kreuzungen in Anwendung (f. Aufblattung, Bd. 1, S. 350). 3. Der Kamm (f. d.) bei den Kreuzungen horizontaler Hölzer. 4. Die Verzäpfung (f. d.) zumeist bei Verbindung senkrechter Hölzer mit wagerechten. 5. Die Verfatzung (f. d.) (Anfirnen), zumeist beim Verbände senkrechter oder schiefer Hölzer

mit horizontalen, in derselben Vertikalebene liegenden. 6. Die Klaue (f. d.) bei schiefen Hölzern mit kreuzenden horizontalen. 7. Die Verzahnung (f. d.) bei Verlärkungen durch Aufeinanderlegung zweier oder mehrerer Hölzer. In der Form als eigentliche Verzahnung mit schiefen Zähnen und als Verchränkung mit geraden Zähnen. 8. Die Verdübelung, ebenfalls bei Verlärkungen; f. Dübel, Bd. 3, S. 149.

Bei Rundhölzern wird die Verlängerung durch das Blatt, die Aufpfropfung und manchmal durch den Kreuzzapfen (f. d.) bewerkstelligt. Bei Brettern, Bohlen oder Pfosten verwendet man für Verbreiterungen das Fugen oder Säumen, das Falzen, Spunden, dann Feder und Nut. Für Eckverbände wendet man, je nach der gegenseitigen Lage der Bretter, in dem einen Falle die sogenannten Verzinkungen (f. d.) und die Schlitzzapfen (f. d.), in andern Falle die Aufblattung an. Weitere Formen der Verbindungen von Brettern finden bei Türen, Lambris und Vertäfelungen ihre Erklärung.

Die näheren Angaben über Anordnung und Konstruktion aller angeführten Verbände sind bei den betreffenden Artikeln nachzusehen. Die geschnittenen Holzverbindungen — besonders die in früherer Zeit häufig angewendeten, sehr komplizierten Verbände — haben in der Jetztzeit nicht mehr die frühere Bedeutung. Sie werden, wo es angeht, durch Eisenarmierungen (Schuhe, Lafchen u. f. w.) ersetzt, wodurch der angestrebte Zweck besser und billiger erreicht wird.

Literatur: [1] Breymann, G. A., Allgemeine Baukonstruktionslehre, 2. Teil, Stuttgart 1881. — [2] Gottgetreu, R., Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen, 2. Teil, Berlin 1882. — [3] Handbuch d. Architektur, 3. Teil, Bd. 1, Konstruktionslehre, 2. Aufl., Darmstadt 1891. — [4] Wanderley, G., Handbuch der Baukonstruktionslehre, Bd. 1, 3. Aufl., Karlsruhe 1887. — [5] Schmidt, O., Abriß des Hochbaues, Leipzig 1880. — [6] Frauenholz, W., Baukonstruktionslehre für Ingenieure, 2. Teil, München 1876. — [7] Michel, J., Praktische Baugewerkslehre, Wien 1870. — [8] Deutsches Bauhandbuch, Bd. 2, erste Hälfte, Berlin 1880. — [9] Kretschmar, K., Die Holzverbindungen, Wien 1885. — [10] Mothes, O., Illustriertes Baulexikon, 4. Aufl., Leipzig und Berlin 1889. — [11] Gunzenhauser, C., Baukonstruktionen in Holz, Ravensburg 1901. — [12] Krauth und Meyer, F. L., Zimmermannsbuch, Bd. 2, Leipzig 1899.

**Holzwände**, im engeren Sinne nur aus Holz erstellte Wände, welche in zwei verschiedenen Weisen gebildet sein können (f. Holzbau). 1. als Ständerwand (Schrotwand) und 2. als Blockwand.

1. **Die Ständerwand** besteht aus senkrecht stehenden Pfosten (Bundstielen) oder Ständern, welche mit gleich starken Schwellen und Pfetten einen Rahmen bilden, in welchem ca. 5 cm starke Bohlen in ringsum laufenden Nuten eingesetzt sind. Zur Versteifung der Wand gegen seitliche Verschiebung dienen Schrägbügel oder Kopfbänder (f. d.), welche an den Ecken flach in die Pfosten, oft auch in die Bohlen eingelassen sind. Die Richtung der Bohlen ist meist eine wagerechte, kann aber auch eine schiefe sein. Für die Bildung der Oeffnungen dienen besondere Riegel und Pfosten, welche so angebracht sind, daß die Flächen möglichst wenig unterbrochen werden (Fig. 1). Die alten Holzbauten des Schwarzwaldes, im Tiedlande der Schweiz, in Tirol und Bayern sind zum Teil in dieser Wandbildung hergestellt. Bei neueren Ausführungen empfiehlt es sich, statt der starken Bohlen solche von geringerem Querschnitt (etwa 3 cm stark) zu verwenden, welche nicht eingesennt, sondern zwischen Leisten

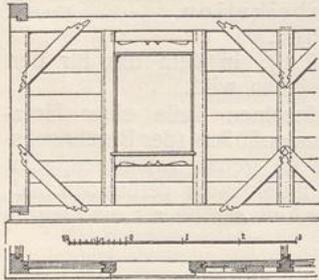


Fig. 1.

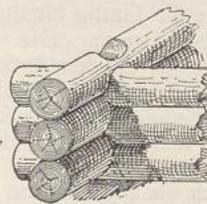


Fig. 2.



Fig. 3.

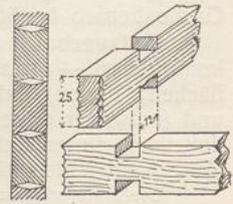


Fig. 4.

Fig. 5.

eingesetzt sind, dahinter aber eine Hintermauerung mit liegenden oder gestellten Backsteinen, Schwemmsteinen oder dergl. auszuführen, auf welchen der Wandputz aufzubringen ist.

2. **Die Blockwand.** Dieselbe besteht aus mehrfachen Lagen wagrecht übereinander hingestreckter Holzstämme, welche an ihren Enden durch Uebergreifen von Vorköpfen fest miteinander verbunden sind. Zur ursprünglichsten Art dieser Wandbildung werden unbehauene Nadelholzstämme (Fig. 2) gedient haben, eine Bauweise, welche ebenso in den ältesten Zeiten in Geltung war, als auch heute bei den ersten Ansiedlungen in holzreicher Gegend geübt wird. Die weitere Ausbildung brachte zunächst eine Schließung der Fugen (Fig. 3), sodann eine glatte Bearbeitung der Seitenflächen mit vervollkommener Fugendichtung (Fig. 4), zuletzt eine bildnerische Ausschmückung der Wandflächen durch Schnitzerei u. f. w.

Die konstruktiven Eigenarten der Blockwand in ihrer vollendeten Form, wie sie an den Bauernhäusern der Alpengebiete Deutschlands und der Schweiz, besonders schön im Berner Oberland (f. Fig. 7), sich darstellt, beruhen: 1. in der unverschiebbaren Eckverbindung durch Ueberkämmung (Fig. 5) sowie auch durch Ueberblattung (Fig. 6) oder Verzinkung (Ostschweiz). Während die erste Art zur günstigen Ausbildung der Vorköpfe verschiedene Höhenlagen der sich in den Ecken treffenden Stämme bedingt, liegen bei den letzteren Arten die Stämme in

einer Ebene und endigen in den Ecken. 2. in der Lagerung der verübelteten Wandhölzer, Dichtung der Fugen durch Verstopfen mit Werg (Fig. 4). 3. in der Bildung breiter Flächen durch Zusammenrücken der Fenster zu Gruppen von 3—6 Oefnungen.

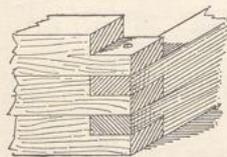


Fig. 6.

4. in der Verfeinerung der Außenwände mittels der eingestellten Zwischenwandungen, welche durch ihre Vorköpfe äußerlich sichtbar sind. 5. in der Ausbildung der vorkragenden Wandhölzer zu Trägern der weit ausladenden Dachungen oder Umgänge und Lauben. 6. in der Belebung der Wandflächen

durch vortretende geschnitzte Glieder, wie Bogenriefe, Zahnchnitte u. dergl., oder flaches Rankenwerk; letzteres ist sehr geeignet, die Schwindriffe des Holzes, welche sich in der Längsrichtung hinziehen, geschickt zu verdecken. 7. Zur letzten Vollendung der Wirkung dient eine farbige Ausschmückung, bestehend in breiten weißen Schriftbändern mit grüner oder violetter Randbemalung. In Verbindung mit dem Naturton des Holzes wird hierdurch ein malerisches Ganze geschaffen, das sich der großartigen Umgebung der Landschaft aufs würdigste und innigste anpaßt. Vgl. a. Holzgebäude, Sprengwand, Bretterfchalung, Fachwand.

Literatur: [1] Grafenried u. Stürler, *Architecture suisse*, Paris 1844. — [2] Hochfetter, J., *Schweizerische Architektur, Holzbauten des Berner Oberlands*, Karlsruhe 1858. — [3] Gladbach, E., *Der Schweizer Holzstil*, sowie [4] Derf., *Die Holzarchitektur der Schweiz*, Zürich 1876. — [5] *Das Bauernhaus in der Schweiz*, herausg. v. Schweiz. Ing.- u. Arch.-Ver., Dresden 1903. Weinbrenner.

**Holzwandputz** erfordert gegenüber den homogenen Flächen der Steinwände eine Vorkehrung, um die Ausdehnung und das Schwinden des Holzwerks, als Pfosten, Riegel u. f. w., das ein Springen bezw. Losreißen des Putzes verursacht, unschädlich zu machen. Dies geschieht durch Zwischenlagen von dünnen Stäben aus Schilfrohr oder von schwachen Holzlätchen, sogenannten Gipslätchen, auch dünnen Ruten aus Hafelholz, Weiden, Erlen u. f. w., auf welchen der Mörtel mechanisch haftet (f. Deckenputz). Als sehr unvollkommener Behelf dient Aufpicken des Holzes mit spitzem Hammer oder Beil oder netzförmiges Verdrahten des Holzes.

Fig. 7.



**Holzwerk**, alles an einem Gebäude verwendete, besonders das sichtbar bleibende Holz, wie es durch den Zimmermann erstellt wird.

**Holzwolle**, feine, schmale Hobelspäne, welche mit besonderen Maschinen (Holzwollmaschinen) hergestellt und als Verpackungsmaterial verwendet werden; auch Bezeichnung für ein Schafwollfurrogat aus feinem Holzstaub, das zur Herstellung der sogenannten Samttapeten dient. Vgl. a. Polstermaterialien.

Auch der zur Papierfabrikation im großen durch Zerfaserung des Holzes hergestellte Rohstoff heißt Holzwolle. Was aber als Holzwolle oder Waldwolle zu Kleidungsstücken (Strümpfen, Unterhemden) als Mittel gegen Rheumatismus Verwendung findet, rührt nicht vom Holz her, sondern ist braungefärbte und mit Terpentinöl u. dergl. parfümierte Baumwolle. T. F. Hanaußk.

**Holzwolle, Holzwollmaschinen.** Holzwolle besteht aus schmalen dünnen Holzspänen und findet zum Verpacken, zu Holzwollseilen für Gießereien, als Polstermaterial, zum Frottieren als Scharpiewolle (hygrokopische Watte) Verwendung.

Sie wird in einer Stärke von 0,05—0,5 mm und in einer Breite von 1—6 mm hergestellt. Als Rohmaterial eignen sich vorzugsweise die Nadelhölzer, dann die weichen Laubhölzer und die Rotbuche. Das Holz soll möglichst auffrei fein. Die Verarbeitung erfolgt am besten in halbfeuchtem Zustand.

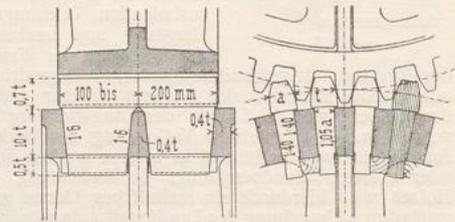
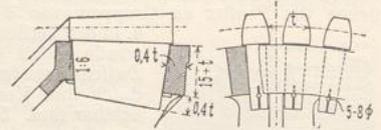
Die Holzwollmaschinen besitzen einen in der Regel wagerecht unter dem zu zerspanenden Holz hin und her gehenden Schlitten, der eine entsprechende Anzahl nebeneinander liegender, durch auswechselbare Zwischenstücke voneinander getrennter Ritzmesser und hinter diesen ein breites Hobelmesser trägt.

Die Spanbreite wird durch die Entfernung der etwa 1 mm starken und 10 mm breiten Ritzmesser voneinander, die Spandicke durch die Zuführung des Holzes bestimmt. Diese erfolgt entweder durch Walzen, die das Holz mit den Hirnflächen zwischen sich fassen, oder besser, weil gleichmäßigere Zuführung möglich, durch Schlitten, in denen das Holz eingepannt wird und die mit Schraubenspindel und Mutter gefchaltet werden. Die Anzahl der Zuführungsschlitten in einer Maschine beträgt bis zu vier.

A. Widmaier.

**Holzzähne** für Holz-Eisenräder (f. d.), auch Radkämme oder Kammern genannt, bestehen aus Weißbuchenholz; f. a. Compoundzähne, Bd. 2, S. 475.

Sie werden so geschnitten, daß die Faserrichtung in der Richtung vom Kopf zum Fuß des Zahnes geht. Die Befestigung der Zahnwurzel im Radkranz erfolgt durch Eintreiben in die gegoffenen Aussparungen, wobei hauptsächlich die breiten Flankenflächen der Zahnwurzel fest zur Anlage kommen sollen. Zur Sicherung gegen Herauserschleudern etwa lose gewordener Zähne dienen Spannklötze innerhalb des Radkranzes oder eiserne Stifte von 5—8 mm Stärke. Ein einzelner Kamm erhält 10—20 cm Breite; je nach der Zahnbreite setzt man mehrere Kämme aneinander. Nach dem Einsetzen werden die Zähne abgedreht und gefräst. Die Konstruktionsregeln ergeben sich aus der Figur. Im Betrieb sind Holzzähne mit zäher Schmiere zu versehen. *Lindner.*



**Holzzellstoffgewebe**, aus Garnen erzeugte Gewebe, welches erstere aus Holzzellstofffasern durch Spinnen hergestellt sind. Das Verfahren ist noch nicht vollkommen durchgebildet; es sind jedoch bisher schon ganz schöne Möbelstoffe aus Fichtenholzfaser erzeugt worden, die im Gewebe eine ziemlich bedeutende, im Garne aber sehr geringe Festigkeit besitzen. *Kraft.*

**Holzzement**, von S. Häusler (Hirschberg, Schlesien) 1839 angegebene Mischung aus 60 Gewichtsteilen möglichst wasserfreiem und ammoniakhaltigem Steinkohlenteer, 15 Teilen Asphalt und 25 Teilen Schwefel, welche zur Herstellung von sogenannten Holzzementdächern ausgedehnte Anwendung findet.

Wegen der Haltbarkeit der Beschüttung darf die Neigung solcher Dächer nicht über 1:18 betragen, auch würde bei stärkerer Neigung der bei großer Wärme erweichende Holzzement von selbst abfließen. Zunächst ist die gespundete Schalung auf allen Seiten und an der Durchdringung von Kaminen u. dergl. mit Metallrand, unten mit einer Rinne zu versehen. Sodann wird die Dachschalung mit einer zirka 1 cm dicken Schicht feinen Sandes belegt, hierauf folgt eine mit Nägeln besetzte Lage starker Pappe, die mit weicher Bürste einen Anfrich von erwärmtem Holzzement erhält. In der Regel wird in gleicher Weise bis zu vier Lagen fortgeführt. Die oberste Pappelage erhält einen nochmaligen Holzzementanfrich und wird sodann mit feinem und schließlich mit gröberem Sand bzw. Kies überdeckt. Ein solches Dach ist bei feiner Anlage zwar etwas teuer und bedarf einer starken Dachkonstruktion, verursacht dagegen nur sehr geringe Unterhaltungskosten.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 2, 5. Heft, Dachdeckungen. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 1. Teil, 3. Aufl. 1893, S. 540 ff. *Weinbrenner.*

**Holzzeug**, auch Holzstoff oder Holzschliff genannt, ist eine aus zerfasertem Holze bestehende Masse, welche in der Papierfabrikation als Surrogat für die in nicht genügender Menge herstellbaren Hadernfasern in Anwendung kommt.

Die Verwendung der Holzfasern zu diesem Zweck sowie die in der Hauptsache bis jetzt noch übliche Herstellung derselben wurde in den Jahren 1840—45 von F. G. Keller erfunden, auf dessen ausschließlich aus Holzfasern erzeugtem Papier 1845 ein Teil des Frankfurter Kreisblattes gedruckt wurde. Vom Jahre 1846 an wurde das Verfahren auf mechanischem Wege namentlich durch H. Völter ausgebildet. Der Hauptsache nach besteht der Herstellungsprozeß darin, daß entsprechend vorbereitetes Holz auf einem Schleifflein zerfasert, die nicht verwendbaren Splitter entfernt, die groben Fasern entsprechend zerkleinert und die so entstandene Masse behufs Transportierung, durch Entwässerung in einen lose zusammenhängenden Körper verwandelt wird.

1. Das Rohmaterial. Das Holz besteht der Hauptsache nach aus den die Holzfasern bildenden Zellen, dem Zellstoff und den diese Zellen inkruftierenden Stoffen, den Inkruftationen, auch Lignin (f. d.) genannt. Das Rohmaterial darf nicht zu alt sein, da die inkruftierenden Teile dann zu stark verhärten; vom frisch geschlagenen Holze verschmieren sie andererseits den Schleifflein. Die Verwendung soll daher erst nach einer mehrmonatigen Lagerung nach dem Schlagen erfolgen. Tropisches Holz ist seiner Härte und Farbe wegen nicht verwendbar; von den Hölzern der gemäßigten Zone, welche eine weitaus weichere Faser liefern, sind insbesondere die Nadelhölzer, und zwar die Fichte, Tanne, Kiefer und Lärche; dann auch die Laubbölzer, namentlich die Aspe, Erle und Weißpappel, gut verwendbar. Die beste Faser liefert einerseits die Fichte, andererseits die Aspe.

2. Vorbereitungsarbeiten. Dieselben bestehen aus der Holzputzerei und Zerkleinerung. Da alle abweichend gefärbten, aus anders gearteten oder veränderten Fasern bestehenden Teile des Holzes die Gleichmäßigkeit des Holzzeuges stören würden, müssen Rinde, Aeste, kranke oder faulende Teile aus dem Holze entfernt werden; außerdem muß eine den Dimensionen der Schleiffapparate entsprechende Zerkleinerung des Holzes zur Ausführung

kommen. — Das Entrinden des Holzes geschieht außer durch Handarbeit mittels zweigriffiger Messer, wobei die Unregelmäßigkeiten der Form besser beachtet werden können, auch durch die Rindenschälmaschine, die der Hauptfäche nach aus einer in senkrechter Ebene rotierenden Eisenscheibe besteht, in welche radial oder im Winkel zum Radius angeordnete, gerad- oder gekrümmtschneidige, wenig hervortretende Messer befestigt sind, welchen das auf einem flachen Tische oder geriffelten Walzen liegende Holz dargeboten wird. — Die in Fig. 1 und 1a dargestellte, von W. Kapp in Düsseldorf gebaute Maschine besitzt an horizontaler, durch Riemen- schein betriebe- ner, in starken Ständern gelagerter Welle zwei Messerscheiben *a* und *b*, mit radial gefetzten Messern, von welchen *a* mit zylindrischem Rande nur die grobe Rinde, *b* mit abgerundetem Rande und an dem Ende gebogenen Messern die zurückbleibenden Rindenteile vollkommen entfernen soll. Bei *a* liegt das Holz *h* auf langsam rotierenden, gezahnten Scheiben *dd* und wird mittels der Stange *c* durch Hebelwirkung und an dem Hebel drehbar gelagerter Walze *g* an die Messerscheibe angepreßt, wobei durch langsame Rotation des Holzes immer neue Teile vor die Messer gelangen. Bei der Scheibe *b* wird das Holz *h* mit der Hand angepreßt, um dasselbe feiner Form entsprechend drehen und wenden zu können. Nach einer andern Methode von Bache-Wiig und Morterud soll die Entrindung dadurch erreicht werden, daß die Holzklötze in einer aus Latten hergestellten, in Wasser oder Ablauge tauchenden rotierenden Trommel übereinander kollern und dadurch eine teilweise Ablösung der Rinde bewirken, deren zurückbleibende Teile schließlich durch Abbürsten mittels Stahldrahtbürsten entfernt werden. Die Trommel wird auch aus Eisen mit innen angeordneten Winkeleisenschienen und geschlossen verwendet, und Wasser durch den hohlen Zapfen in das Innere gepreßt. Nach Schmiedel wird das Entrinden durch Hobeln mittels eines entsprechenden mechanischen Apparates bewirkt. — Als weitere Arbeit folgt nun das Zerkleinern des Holzes auf

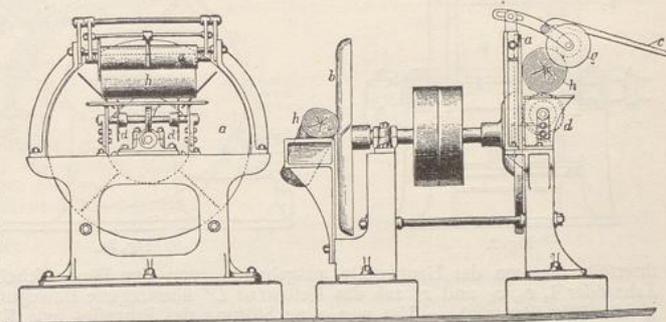


Fig. 1.

Fig. 1 a.

eine Länge, welche der Breite des Schleifsteines entspricht, was durch Pendelfägen und durch Kreisfägen zur Ausführung kommt. Das Entfernen der Astreste wird gewöhnlich durch Ausbohren oder bei dünnem Holz durch Heraus schlagen erreicht, worauf schließlich das Spalten des Holzes in der Faserrichtung und das Entfernen der inneren Astreste durch Ausbohren folgt. — Das Spalten wird entweder von Hand aus oder durch die Hack- oder Spaltmaschine bewirkt, welche letztere aus einem gußeisernen Gestelle besteht, an welchem ein senkrecht geführter, am unteren Ende mit scharfem Messer versehener Schlitten durch Kurbel und Kurbelstange auf und ab bewegt und an dem auf den Tisch des Gestelles gefetzten Holz ein Spalten bewirkt wird. — Ein Trennen der schwereren Astknoten vom leichteren Holz wurde auch durch einen Luftstrom auf Grund der Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes durch Piette bei zerkleinertem Holze versucht. — Die bei diesen Vorarbeiten sich ergebenden Holzabfälle können mit andern Holzabfällen und Sägespänen nach einer Methode von Mitscherlich durch Behandeln mit einer billigen konzentrierten Salzlösung, durch Kristallisieren des Salzes, darauffolgendes Mahlen, Walzen u. f. w. und schließliches Auslaugen in Holzschliff verwandelt werden.

3. Die Hauptarbeit besteht aus dem Zerfasern, Sortieren und Verfeinern, Raffinieren. Das Zerfasern des Holzes, durch welches weiche, biegsame, mit andern Fasern leicht verfilzbare, nicht geschnittene, sondern geriffene Holzteilchen erzeugt werden sollen, kann in sehr verschiedener Weise zur Ausführung kommen. Von allen bisher versuchten Methoden wurde jedoch die schon von Keller in Anwendung gebrachte, durch das Abschleifen des Holzes auf einem aus Sandstein hergestellten Schleifstein, als die allen Anforderungen entsprechendste erkannt. Das zerkleinerte Holz wird dabei kontinuierlich an die Umfangs- oder auch an eine Seitenfläche (Flachschleifer) des rotierenden Schleifsteines gepreßt, wobei die Erreichung einer tunlichst gleichförmigen Fasermasse von dem gleichmäßigen Druck pro Flächeneinheit und von der gleichmäßigen Geschwindigkeit der Schleiffläche abhängt. Die Schleifsteine, gewöhnlich von 1,3 m Durchmesser und 0,5 m Dicke, sind entweder in senkrechter Ebene auf wagerechter Achse oder in wagerechter Ebene auf senkrechter Achse angeordnet und laufen mit höchstens 15 m Umfangsgeschwindigkeit. Dieselben müssen häufig geschärft werden. Manchmal wird dem Steine außer der Dreh- noch eine kleine axiale Bewegung erteilt. — Wichtig für den Prozeß ist das Freihalten der Schleiffläche des Steines von Fasern, was durch energisches Abspülen mit Wasser erreicht wird.

Ein zum Zerfasern des Holzes dienender Apparat, Defibreur, Holzschleifmaschine, Zerfaserer genannt, ist in den Fig. 2 und 2a nach dem System Völter dargestellt. Er zeigt den um eine wagerecht gelagerte Welle rotierenden, in ein Blechgehäuse *Q* eingeschlossenen Schleifstein, an dessen Umfangsfläche fünf radial gestellte, aus Gußeisen bestehende, an zwei gußeisernen Wangen befestigte Kammern *N* angeordnet sind, in welchen je ein mit einer hohlen, außen verzahnten Kolbenstange *z* verbundener Kolben *A* ununterbrochen radial gegen den Schleifstein

gedrückt wird, um dadurch das unter den Kolben eingelegte Holz gegen die Umfangsfläche des Schleiffsteines zu pressen, wobei die Kolben bzw. Zahnstangen ihre Führung in den die beiden Wangen verbindenden Querbalken erhalten. Zwischen je zwei Kammern befinden sich die zum kräftigen Abspülen des Steines dienenden, durch die Hähne *M* regulierbaren Spritzröhren. Der ununterbrochene Vorschub der Preßkolben *A* erfolgt durch die Zahnräder *B*, an deren Achsen Kettenräder *D* aufgekett sind, über welche die Kette ohne Ende *F* läuft, die

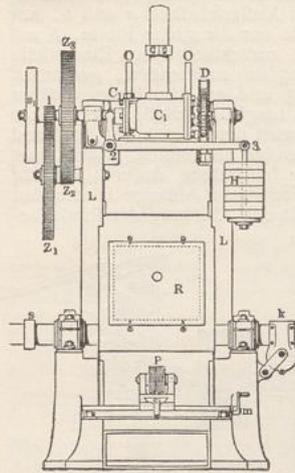


Fig. 2.

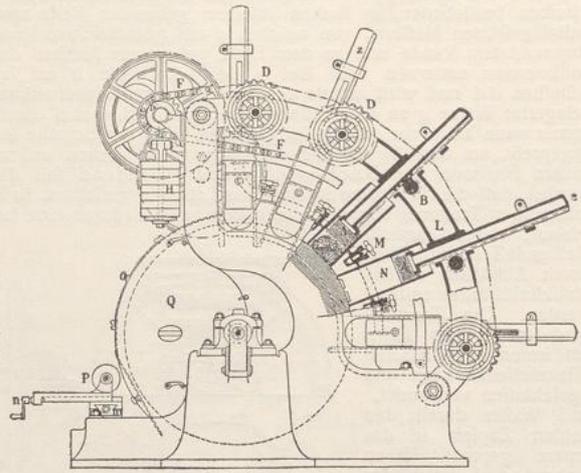


Fig. 2a.

ihrerseits die von der Hauptwelle ausgehende, von den Riemenscheiben *s* und *s*<sub>1</sub> durch die Zahnräder *1*, *z*<sub>1</sub>, *z*<sub>2</sub> und *z*<sub>3</sub> auf das Kettenrad *D'* übertragene Bewegung auf alle Zahnräder *B* gleichmäßig überträgt. — Um nun ohne Störung des Prozesses jede Kammer, deren Holz verschliffen ist, neuerdings füllen zu können, ist zwischen die Wellen der Zahnräder *B* und die dazu gehörigen Kettenräder *D* eine Kupplung eingeschaltet, durch deren Lösung das Zahnrad *B* von der Wirkung der Kette *F* befreit und dann behufs neuerlicher Füllung der Kammer mittels eines Handrades gedreht werden kann. Ist eine Kammer ausgeschaltet, so wird die von der Welle auf das Kettenrad *D'* übertragene Kraft gleichmäßig auf alle übrigen Preßkolben übertragen. Behufs Schärfens des Steines ist vor demselben eine aus mehreren gezahnten Scheiben *P* bestehende, auf einem Kreuzsupport angebrachte Schärfvorrichtung angeordnet. Diese Holzschleifmaschine leistet bei einer Schleiffläche von 2,2 qm und 160 Umdrehungen pro Minute auf je 7—8 PS. pro 24 Stunden 100 kg trocken gedachten Holzschliff und beansprucht im ganzen 70—80 PS. Die Preßkolben dieser Maschinen werden außerdem bewegt durch Schraube und Mutter, durch belastete Hebel, durch unmittelbare Belastung, durch hydraulischen Druck u. f. w. — Um den auf die Preßkolben übertragenen Druck noch gleichförmiger zu gestalten, wird derselbe von einer gemeinschaftlichen Transmissionswelle auf mehrere Holzschleifmaschinen übertragen und zwischen den Motor und die Transmissionswelle ein Kugelregulator eingeschaltet, der durch zwei konische Riemenscheiben für die Gleichmäßigkeit der Bewegung sorgt. Bei neueren Flachschleifern ist der horizontal angeordnete Stein unter Wasser gesetzt, so daß das Zerfasern unter Wasser stattfindet. Neuererzeit ist der Unterschied zwischen Heiß- und Kaltschliff immer stärker hervorgetreten. Ersterer wird durch stärkere Pressung und Anwendung weit geringerer Wassermengen erzielt und soll eine weitergehende Zerfasern und größere Ausbeute ermöglichen, ebenso ein schmierigeres Produkt. Die Steine werden jedoch durch die hohe Pressung stärker beansprucht. Durch ein Zerfchneiden des Holzes in 4 cm dicke Scheiben und schiefe Stellung dieser zur Steinachse können längere und feinere Fasern erhalten werden. Die gleichmäßige Geschwindigkeit des Steines bei abnehmendem Durchmesser desselben wird in neuerer Zeit durch besondere Reguliervorrichtungen erreicht. Der Stoff soll dadurch weicher und geschmeidiger werden.

Die auf diese Weise erzeugten Fasern fließen, mit Wasser gemengt, aus dem unteren Teile des Maschinengeßells durch eine Rinne dem Sortierapparate (Epurateur) zu, welcher angewendet werden muß, um die ungleich großen Fasern voneinander zu trennen. — Die Fasermasse wird gewöhnlich in fünf Sorten getrennt, wenn wir die abgerissenen, nicht zerfaserten Splitter nicht als eine Sorte betrachten. Es ergeben sich daher: Splitter, zu grobe Fasern, grobe, feine, feinste Fasern und unbrauchbares Holzpulver. Von diesen Sorten sind die ersten zwei und die letzte ganz abzuschneiden und die drei mittleren voneinander zu trennen, die groben Fasern einer weiteren Zerfasern, die feinen und feinsten Fasern den Nacharbeiten zuzuführen. — Das Sortieren wird durch aus Drahtgeweben hergestellte Siebe zur Ausführung gebracht, die jedoch nicht quadratische, sondern der Fasergeßalt entsprechend längliche Maschenöffnungen haben sollen. — Diese Siebe sind entweder zylindrisch geßaltet und in diesem Falle um eine Achse rotierend angeordnet — Drehhebe, Zylinderhebe — oder sie bestehen aus ebenen, mit etwas Fall in Rahmen angeordneten Siebflächen und werden sehr häufig, um das Verfeßten

des Siebes zu verhüten, mit einer Schüttelvorrichtung versehen (Rahmen siebe, Schüttelsiebe). Um das Verletzen noch besser zu umgehen und ein langsames Durchlaufen bzw. besseres Sortieren zu erreichen, läßt man die untere Siebfläche auch in Wasser tauchen (Schwimm sieb). Bei den Zylinder sieben kann die zu sortierende Masse entweder in das Innere des Zylinders geleitet werden, in welchem Falle die feineren Fasern radial, die gröberen axial austreten und der Zylinder aus mehreren verschiedenartigen Abteilungen herstellbar ist und für alle Sorten genügt, oder man läßt die Fasermasse auf die oberste Linie des Zylinders haften, in welchem Falle die feinen Fasern axial austreten, die groben an der Mantelfläche des Zylinders haften und von dort durch ein Schabmesser oder eine Walze abgelöst werden. Der Hauptnachteil dieser Siebe besteht darin, daß das Sortieren auf einer verhältnismäßig zu kleinen Durchtrittsfläche stattfindet und die an der Mantelfläche haftenden gröberen Fasern das Hindurchtreten der feineren erschweren.

Diese Siebe sind jedoch kompändiöser als die Rahmen siebe, von welchen eine Anordnung in den Fig. 3 und 3a dargestellt ist; sie bieten der Sortierung eine bedeutend größere Fläche. In der dargestellten Anordnung sind drei Siebe *a, b, c* übereinander gelegt, sie sind 1,6 m lang, werden durch die Federn *d, e, f*, und *d<sub>1</sub>, e<sub>1</sub>, f<sub>1</sub>* in Schwebe erhalten und durch im Ständer *k* gelagerte Kurbeln mittels der Stangen *g, i, h* in schüttelnde Bewegung versetzt. Die vom Zerfaserer kommende Masse fließt in den Aufguckkasten *A*, wo die Splitter durch den Splitterfang *s*, bestehend aus einem Stabgitterwerk, zurückgehalten werden. Aus *A* fällt die Masse auf das Sieb *a*, durch welches der grobe Stoff ausgehoben und über *o* in den Kasten *I* geliefert wird. Die durchlaufende Fasermasse fällt auf das Sieb *b*, wo die groben, noch zu verfeinernden Fasern, dann auf das Sieb *c*, wo die groben, feineren und feinsten Fasern ausgehoben und in die Kästen *II* und *III* geworfen werden, und endlich in den Kasten *B*, von wo das unbrauchbare Pulver abgeleitet wird. In letzter Zeit wird für diese Sortier Vorrichtungen namentlich das Schleuderprinzip angewendet und die Fasern werden mit Wasser vermengt durch zylindrische Siebe geschleudert. Die vom ersten oder auch vom zweiten Siebe zurückgehaltenen Fasern müssen je nach der Maschenweite dieser Siebe einer weiteren Verfeinerung zugeführt werden. Dieselbe wird ausgeführt auf dem Verfeinerer (Raffineur), welcher entweder einer Mahlmühle, Stoffmühle, Feinmühle ähnlich konstruiert wird, oder aus einer sogenannten Scheibenmühle, auch Zentrifugalholländer genannt, besteht, wie sie in Fig. 4 vorgeführt ist.

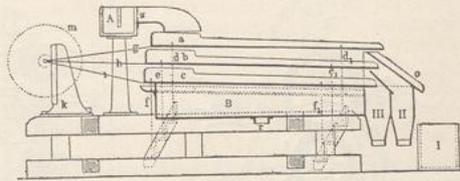


Fig. 3.

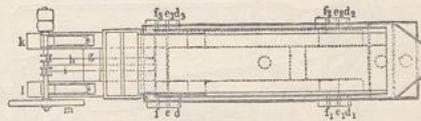


Fig. 3a.

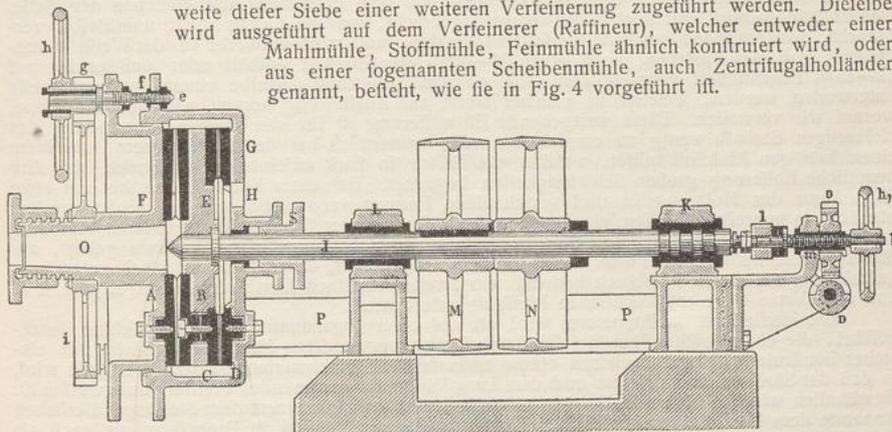


Fig. 4.

Die Vorrichtung besteht aus dem gußeisernen Gehäuse *GF*, in dessen Mitte die durch die Welle *J* von der Riemenscheibe *M* aus drehbare, auf beiden Seiten mit auswechselbaren, ringförmigen, geschärften Mahlflächen *B* versehene Scheibe *E* sich befindet, welche mit beiderseits im Gehäuse angeordneten, feststehenden, aus Hartguß oder Sandstein hergestellten, ringförmigen Mahlflächen *A* und *D* den eigentlichen Verfeinerungsapparat bildet. Um verschiedene Verfeinerungsgrade erreichen zu können, auch nach dem Einfetzen neuer Mahlflächen sowie nach einer Abnutzung derselben, muß eine genaue gegenseitige Stellung der Mahlflächen stattfinden. Die Stellung der Scheibe *E* zu der fixen Mahlfläche *D* wird durch eine axiale Verschiebung der ersteren, die Stellung von *E* zur andern Mahlfläche *A* wird durch die Verschiebung des Gehäufedeckels *F* erreicht. Die Einstellung der Scheibe *E* wird durch die Verschiebung des Kammlagers *K* mittels der Schraube *k* und Handrad *h<sub>1</sub>* grob, mittels derselben Schraube durch Schnecke *m* und Schneckenrad *o* fein bewirkt. Das Verstellen des Deckels *F* wird durch das Handrad *h* erreicht, durch welches mittels der Räderüberetzung *gi* drei oder vier durch

die Flanſche von *F* hindurchtretende Schrauben *f* gedreht werden, welche ihre Muttern *e* im Flanſch des Gehäufes *G* finden. Das zu zerkleinernde Material tritt axial durch die Oeffnung *O* ein und zuerſt zwiſchen die Mahlf lächen *A* und *B*, wird radial in den Hohlraum *C* des Gehäufes und von da infolge des vorhandenen Druckes zwiſchen die Mahlf lächen *B* und *D* geführt und tritt endlich durch die Oeffnung *H* aus. Die Scheibe dieſes Zentrifugalholländers hat gewöhnlich 600 mm Durchmesser, liefert dann 750—1500 kg trocken gedachten Stoff in 24 Stunden und bedarf hierzu des Aufwandes von 8—15 PS. Auch das aus dem Verfeinerer austretende Material wird häufig einer Sortierung unterzogen und das nicht genügend feine Zeug dem Raffineur nochmals überliefert. Das genügend feine Holzzeug vom Zerfaferer und Verfeinerer wird gemeinſchaftlich den Nacharbeiten zugeführt.

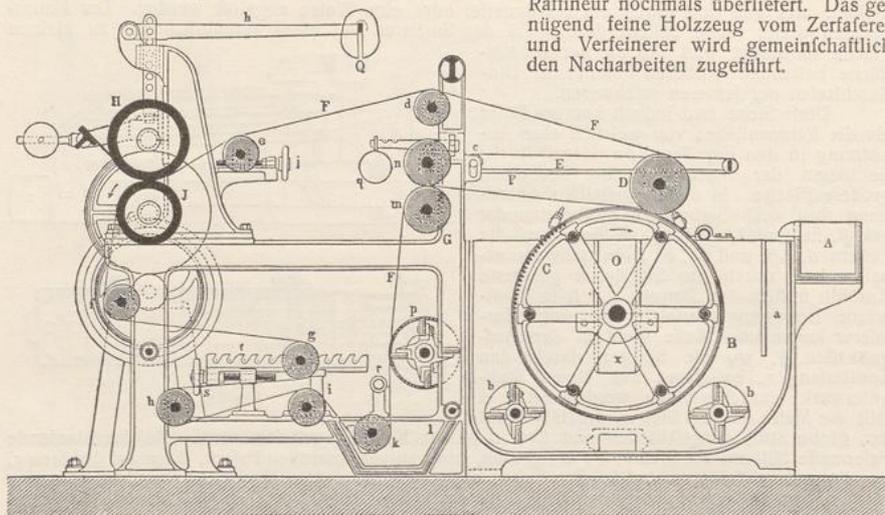


Fig. 5.

4. Nacharbeiten. Dieſelben beſtehen aus dem Entwässern und Bleichen der Maffe. Das Entwässern wird nur dort in Anwendung gebracht, wo die Fasern nicht unmittelbar verbraucht, ſondern nach auswärts verfrachtet werden, und wird entweder in der Weiſe durchgeführt, daß das Holzzeug noch etwa 66—40% Feuchtigkeit enthält oder daß es bis auf 12—15% Feuchtigkeit gebracht wird. Im zweiten Falle muß dasſelbe einem Trockenprozeſſe unterworfen werden, welcher in gleicher Weiſe zur Ausführung kommt wie bei der Pappe, worauf wir verweiſen. Dieſe weitgehende Entwässerung iſt für die weitere Verwendung des Holzzeuges deshalb wenig zu empfehlen, weil, namentlich bei den Nadelhölzern, das Harz einen kräftigen Klebſtoff bildet, welcher die Fasern ſo ſtark miteinander verbindet, daß ihre neuerliche Hölirung großen Schwierigkeiten begegnet. Bei einer Entwässerung bis auf etwa 66% kann das Holzzeug in drei verſchiedene Formen verwandelt und verfrachtet werden, nämlich als gepreßter Kuchen, als Pappe und als fogenannter Schabſtoff. Im erſteren Fall wird auf die Preßplatte einer hydraulischen Preſſe ein aus Hanf hergeſtelltes Preßtuch gelegt, auf dieſes ein Holzrahmen als Form, dieſer mit Holzzeug gefüllt, darüber das Preßtuch zulaufengeſchlagen, mit einem Preßblech bedeckt, ein zweites Preßtuch ſamt Rahmen aufgelegt u. ſ. w. und das Ganze einer entſprechenden Preſſung unterworfen.

Die Herſtellung in Pappform wird oft auf einer fogenannten Langſiebmaſchine durchgeführt, die einer ſolchen bei der Papierfabrikation verwendeten Maſchine ähnlich, nur einfacher konſtruiert iſt und auch mit einem mitlaufenden, beſchwertem Oberſieb verſehen wird, ſo daß der Stoff zwiſchen dieſem und dem Langſieb einer zunehmenden Preſſung unterworfen iſt. Gewöhnlich wird in dieſem Falle eine teilweise Entwässerung in einem dem Stofffänger ähnlichen Apparate dem Prozeſſe vorangeſchickt. Die Entwässerung, ſowohl in Pappform als auch als Schabſtoff, wird gewöhnlich auf Zylinderſiebmaſchinen durchgeführt, wie eine ſolche aus Fig. 5 zu erſehen iſt. Das Holzzeug fließt in die Rinne *A* und aus dieſer zuerſt in den Kanal *a* des Blechtrogges *B*, in welchem ſich außer den Rührflügeln *b* der langſam rotierende, mit vier Fünfteln feines Durchmeſſers in das Holzzeug eintauchende Siebzylinder *C* befindet, deſſen Kanten beiderſeits zwiſchen an den Seitenwänden des Bottichs *B* angeordneten, kreisförmig gebogenen Anfätzen laufen und dadurch gegen den Raum des Bottichs abgedichtet ſind. Das in *B* befindliche Holzzeug legt ſich an die Siebfläche von *C* an, während das Waſſer in das Innere des Zylinders und von hier durch die ſenkrecht angeordneten Kanäle *O* abfließt. Dadurch wird die Entwässerung ſo weit gebracht, daß das Holzzeug von dem Zylinder über das Flüssigkeitsniveau im Bottich herausgehoben und dem endloſen Filz *F* dargeboten wird, der, infolge feines Aufliegens mittels der beweglichen Walze *D*, das Holzzeug anſaugt, vom Zylinder abnimmt und über die Walzen *d* und *e* der aus den Walzen *HJ* beſtehenden Preſſe zuführt, von der dasſelbe durch ein an *H* tangential anliegendes Meſſer abgeſchabt wird. Durch die Walze *g* wird der Filz geſpannt, im mit Waſſer gefüllten Gefäße *l*, in das er durch die Walze *k* gezwungen wird, gewaſchen, durch den Ventilator *p* getrocknet und in der Preſſe *mn* aus-

gebreitet, worauf er zum weiteren Abnehmen vom Siebe geeignet ist. — Bei einem Entwässern bis auf 40% leitet die Maschine in 24 Stunden 1500—2000 kg trocken gedachten Holzstoff und verbraucht dabei  $\frac{1}{2}$ —1 PS.

Das Entwässern kann ferner, allerdings in viel geringerem Grade, durch Ausschleudern auf Schleudermaschinen sowie durch Abtropfen in Abtropfkästen zur Ausführung kommen. Das aus den Entwässerungsapparaten abfließende Wasser führt noch immer feine Holzfasern mit sich, deren Zurückgewinnung für die Oekonomie des Betriebes von Wichtigkeit ist. Wiedergewonnen werden diese Fasern entweder durch die sogenannten Stofffänger, Egoutteure oder in Dekantierungskästen. Die ersteren bestehen aus einer Vorrichtung, welche der früher beschriebenen Zylinderfiebmaschine beinahe vollkommen gleicht, nur daß die am Zylinder sich ansetzenden Fasern unmittelbar durch eine Walze vom Zylinder abgenommen und in eine nebenliegende Abteilung gefördert werden und daß der Zylinder mit außerordentlich feinem Metallgewebe überzogen ist. Die Dekantierungskästen sind große, hölzerne, wasserdicht hergestellte Kästen, aus welchen das sich über dem Holzzeug sammelnde Wasser schichtenweise abgezapft wird. Um die Zerkleinerung, die der Holzschliff beim Mischen des Papierstoffs durchmachen muß, zu erleichtern, wird derselbe von der Zylinderfiebmaschine durch eine rotierende Zahntrommel abgenommen, in Faserguppen zerteilt und in einen Raum geschleudert, in dem er durch heiße Luft getrocknet wird.

Das Bleichen des Holzzeugs ist wegen der harzigen Inkrustationen nur schwierig durchführbar, und wurden gasförmige schweflige Säure sowie Chlorgas ohne Erfolg in Anwendung gebracht. In neuerer Zeit verwendet man doppeltchwefligsauren Kalk und doppeltchwefligsaures Natron hierzu, namentlich das letztere, da der erstere nicht käuflich ist. Der in Pappenform verwendete Holzschliff wird in einem Stoffkasten in bald senkrechter, bald wagerechter Lage schichtweise eingelegt, der Kasten hierauf, auf 100 kg trockenen Stoff mit 2,5 kg konzentrierter Bifullitlösung mit 20—30facher Wassermenge verdünnt, gefüllt. Die im Natriumbifullit befindliche freie schweflige Säure wirkt sofort auf die Inkrusten des Holzes und überführt die bräunlichen Farbstoffe in leichte Verbindungen. Um nun die in der Lauge befindliche gebundene schweflige Säure zur Wirkung zu bringen, läßt man auf die mit Natriumbifullit vollgelaugte Fasermasse so viel Schwefel-, Salz-, Oxalsäure oder schwefelsaure Tonerde einwirken, als zur Ausscheidung der schwefligen Säure nötig ist. Am häufigsten werden Oxalsäure und schwefelsaure Tonerde verwendet, weil die erstgenannten Säuren die spätere Leimung beeinflussen. Die Herstellung des braunen Holzschliffs s. Dampfholzschliff.

Literatur: Müller, L. D., Die Fabrikation des Papiers, Berlin 1877, S. 37; Dropfich, B., Holzstoff und Holzcellulose, Weimar 1879; Derf., Handbuch der gesamten Papierfabrikation, Weimar 1881, S. 160; Hoyer, E. v., Die Fabrikation des Papiers, Braunschweig 1887, S. 152; Hofmann, C., Praktisches Handbuch der Papierfabrikation, 2. Ausg., Berlin 1894, S. 1231; Derf., Papierztg.; Schubert, M., Die Holzstoff- oder Holzschliffabrikation, Berlin 1898. Kraft.

**Holzzucker (Xylose)**, aus Holzgummi und Maiskolben durch Kochen mit verdünnten Säuren entziehende Zuckerart  $C_5H_{10}O_5 = CH_2(OH) \cdot [CH \cdot OH]_3 \cdot CHO$ . Der Holzzucker ist mithin ein zu den Aldopentosen gehöriges Kohlehydrat, welches mit dem Hauptvertreter dieser Gruppe, der Arabinose, in nahen Beziehungen steht; s. Kohlehydrate. *Hersfeld.*

**Homepunes**, ein meist in allen Tönen des Braun gefärbtes, aus Streichgarn ziemlich rauh erzeugtes, tuchartiges, zu Paletots verwendetes Gewebe, ursprünglich nur in der schottischen Hausindustrie erzeugt; s. Tuchfabrikation.

**Homogen.** Eine Funktion  $f$  heißt homogen vom  $r$ ten Grad in einer Anzahl Größen  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , wenn  $f$  nur von den Verhältnissen  $x_1 : x_2 : \dots : x_n$  abhängt, in der Art, daß bei Multiplikation von  $x_1 \dots x_n$  mit  $\varrho$  sich  $f$  nur um eine Konstante  $\varrho^r$  ändert.

Eine nichthomogene Funktion von  $x_1 \dots x_n - 1$  wird homogen gemacht durch Einführung der homogenisierenden Veränderlichen  $x_n$ , indem man  $x_1 \dots x_{n-1}$  durch  $\frac{x_1}{x_n} \dots \frac{x_{n-1}}{x_n}$  ersetzt und, wenn  $f$  rational ganz ist, durch Multiplikation mit  $x_n^r$  den Nenner wegschafft; z. B.  $a x_1^2 + b x_1 + c$  lautet homogen  $a x_1^2 + b x_1 x_2 + c x_2^2$ . In einer ganzen rationalen homogenen Funktion (Form) ist bei jedem Glied die Summe der Exponenten aller Veränderlichen konstant gleich  $r$  (in obigem Beispiel  $2 + 0 = 1 + 1 = 0 + 2 = 2$ ). Für eine homogene Funktion  $f$  gilt der Eulersche Satz:  $x_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + x_2 \frac{\partial f}{\partial x_2} + \dots + x_n \frac{\partial f}{\partial x_n} = r \cdot f$ . *Wölffing.*

**Homogenisieren.** Da in den keramischen Industrien zur Herstellung der Waren verschiedene Rohmaterialien zusammengemischt werden, welche nicht nur verschiedene Korngrößen, sondern auch verschiedenen Wassergehalt haben, ein gutes Produkt aber nur dann hergestellt werden kann, wenn die zur Fabrikation verwendete Masse durchweg eine gleiche chemische Zusammensetzung und gleiches physikalisches Verhalten zeigt, so wird es erforderlich, die Masse zu homogenisieren, und zwar um so eingehender, je feinere Waren man herstellen will.

Das Homogenisieren erfolgt teils auf trockenem, teils auf nassem Wege. Ersteres geschieht dadurch, daß die feinstgepulverten Teile in geeigneten Mischapparaten zusammengemührt oder

auch in Zerkleinerungsapparaten, z. B. Kollergängen, Kugelmöhlen und ähnlichen Apparaten, gleichzeitig zerkleinert werden. Die Homogenisierung auf nassem Wege geschieht, indem man die verschiedenen Rohmaterialien zusammenschlämmt und die feuchten Rohmaterialien in Mischapparaten durcheinander knetet; letzteres ist auch dann erforderlich, wenn die trocken zusammen gemischten Stoffe auf nassem Wege weiterverarbeitet werden sollen. Als derartige Mischapparate werden Tonschneider, Traden oder Radbahnen, Mischkollergänge und ähnliche benutzt. Die Verwendung dieser Apparate setzt die gleichmäßige Aufgabe der zu mischenden Stoffe voraus, wenn stets Massen gleicher Homogenität erzielt werden sollen. Ein Apparat, welcher das Abteilen verschiedener Stoffe in bestimmten Mengenverhältnissen und gleichzeitiges Mischen derselben gestattet, ist der Teil- und Mischapparat von P. Jochum. — Nicht genügend homogenisierte Massen geben schlechte Waren, namentlich haben Schwankungen im Wassergehalt beim Trocknen und Brennen der Waren Risse derselben zur Folge, weil die Bindung der einzelnen verschiedenen feuchten Teile eine verschiedene ist. — Weiteres s. unter Tonwaren, Ziegel und den genannten Mischapparaten.

*Dümmler.*

**Homogenitätsbestimmung.** Ein Baustoff heißt homogen, wenn er durchweg gleichartig ist, d. h. an allen Stellen die gleiche Stoffanordnung und die gleichen Eigenschaften (Dichte, Elastizität, Festigkeit u. f. w.) besitzt und infolgedessen in allen Teilen gleichen äußeren Einflüssen gegenüber das gleiche Verhalten zeigt. Nichthomogene Stoffe nennt man heterogen. Ihre Entstehung kann die Folge sein von Ungleichmäßigkeiten: a) in der chemischen Zusammensetzung, veranlaßt durch ungleichmäßige Mischung oder Auscheidung und örtliche Anreicherung der einzelnen Bestandteile, b) im Gefügebau bei verschiedenartiger Kristallisation, c) in der mechanischen Bearbeitung, d) im Erkalten des Stückes.

Ganz abgesehen von groben Fehlern, als porösen und unganzen Stellen, die ohnehin den tragenden Querschnitt vermindern, kann mangelhafte Homogenität der Baustoffe leicht die Ursache zu Betriebsbrüchen werden, indem sie ungleichmäßige Verteilung der Spannungen über den beanspruchten Querschnitt und daher örtliche Überbeanspruchung zur Folge haben kann.

Das roheste Verfahren zur Prüfung der Homogenität ist die Bruchprobe. Bei ihr erfolgt die Beurteilung nach dem Aussehen und dem Zustande der erzeugten Bruchflächen. Sie reicht aus zur Aufdeckung von groben Fehlern, als Blasen, Saugstellen im Guß, Schwindrissen u. f. w. Proben zäher Baustoffe, z. B. aus dehnbaren Metallen, pflegt man vor dem Brechen scharf einzukerben, damit dem Bruch möglichst keine Formänderungen vorausgehen, die Änderungen des Gefüges zur Folge haben würden [1], [2]. Zur Aufdeckung ungleichmäßiger chemischer Zusammensetzung dient die chemische Analyse, wozu die Proben an mehreren Stellen getrennt zu entnehmen sind. Bei Festigkeitsversuchen geben sich Mängel in der Homogenität in verschiedenartigen Erscheinungen an der Oberfläche und auf der Bruchfläche zu erkennen; z. B. äußern sich Unterschiede in den Festigkeitseigenschaften an verschiedenen Stellen desselben Stückes, die bei sonst gleichmäßigem formbaren Material durch vorausgegangene mechanische, örtliche Überbeanspruchung und Kaltbearbeitung (Druckstellen, Hammerschläge u. f. w.) veranlaßt sind, in örtlichem Zurückbleiben der Formänderung, Knotenbildungen, mehrfachen Ein-

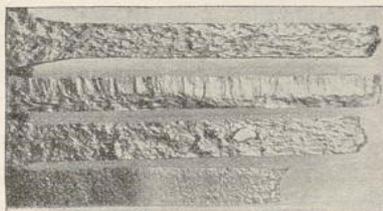


Fig. 1.

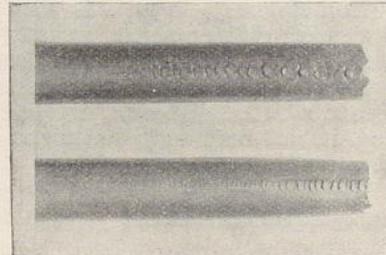


Fig. 2.

schnürungen u. f. w. So treten z. B. während der Erzeugung des Materials (Schienen) eingewalzte Firmenzeichen, wenn sie durch Abhobeln der Oberfläche beseitigt wurden, beim Zerreißen wieder deutlich zutage [3]. Mangelhafte Homogenität infolge der Kristallisation beim Erkalten des Gusses liefert bei Festigkeitsversuchen Oberflächen-



Fig. 3.

erscheinungen, wie sie in den Abbildungen (Fig. 1) von Zerreißen aus Nickelkohlenstoffeisen dargestellt sind. Oertliche Auscheidungen von Härtebildnern, besonders Anreicherungen von Phosphor im Flußeisen, führen beim Auswalzen des Materials zu harten Streifen, Schichten oder Adern. Treten sie an der Oberfläche der Zerreißenprobe zutage, so entstehen innerhalb ihres Bereiches zahlreiche reihenförmig angeordnete Querrisse (Fig. 2), sogenannte Härteadern; auf der Bruchfläche geben sie sich durch meist scharfbegrenzte, körnige, glänzende Stellen zu erkennen (Fig. 3), die auch geringeren Widerstand gegen den Rostangriff besitzen (Fig. 4) als der übrige Teil der Bruchfläche [4]. Die sicherste Prüfung der

Homogenität ist die mikroskopische Untersuchung. Bei ihr erfolgt die Prüfung der Gesteine an dünnen Scheiben, sogenannten Dünnschliffen (s. Gesteine), bei durchfallendem Licht, die Prüfung der Metalle an vollkommen ebenen, polierten und nötigenfalls geätzten Flächen mit auffallendem Licht [5]. Die Anwendung der Metallographie beruht darauf, daß das Angriffsvermögen des Schleifmittels (Polierrot) mit der Härte der Gefügebestandteile sich ändert, so daß die härteren Teile als Relief erhaben hervortreten, und daß die Wirkung der Ätzmittel besonders von der chemischen Zusammensetzung der Gefügeteile abhängig ist. Die Art des Ätzmittels ist dem zu untersuchenden Material und der Art der aufzudeckenden Ungleichförmigkeit anzupassen.

Literatur: [1] Rudeloff, Beitrag zum Studium des Bruchaussehens zer-riffener Stäbe, Baumaterialienkunde, Bd. 4, S. 85. — [2] Die Abhängigkeit des Gefüges der Bruchflächen schmiedeeiserner Stäbe von der Wirkungsweise der zerstörenden Kraft, Zeitchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1888, S. 501. — [3] Martens, Untersuchungen mit Eisenbahnmaterialien, Mitteil. aus den Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1890, I. — [4] Rudeloff, Bericht über vergleichende Untersuchungen von Schweiß- und Flußeisen auf Widerstand gegen Rosten, ebend. 1902. — [5] Heyn, Einiges über das Kleingefüge des Eisens, „Stahl und Eisen“ 1879, S. 709.



Fig. 4.

**Homogenkohle**, f. Bogenlampen, Bd. 2, S. 171.

**Homologie**, chemischer Verbindungen (im engeren Sinne), diejenige Aehnlichkeit organischer Körper, welche durch die Gleichheit der charakteristischen Atomgruppen bedingt ist, während ein Unterschied nur in der Ersetzung von H-Atomen durch  $CH_3$  besteht.

Solche homologe Reihen sind z. B. (die charakteristische Gruppe ist unterstrichen):

$HCH_2OH$ Methylalkohol	$HCOOH$ Ameisensäure	$C_6H_5H$ Benzol
$CH_3CH_2OH$ Aethylalkohol	$CH_3COOH$ Essigsäure	$C_6H_5CH_3$ Toluol
$C_2H_5CH_2OH$ Propylalkohol	$C_2H_5COOH$ Propionsäure	$C_6H_5C_2H_5$ Aethylbenzol
$C_3H_7CH_2OH$ Butylalkohol	$C_3H_7COOH$ Butterssäure	$C_6H_5C_3H_7$ Kumol u. f. w.

**Honigstein** (Mellit), Mineral, wasserhaltige, mellitfaure Tonerde  $Al_2C_{12}H_{12} + 18 H_2O$  (40,30% Mellitssäure, 14,36%  $Al_2O_3$ , 45,34%  $H_2O$ ).

Kristallisiert tetragonal in niedrigen Pyramiden, auch derb. Weiß, gelb; fettglänzend, durchscheinend; muschelig brechend. Durch Reiben negativ elektrisch. Härte 2–2½. Spez. Gew. 1,5–1,64. Wird beim Erhitzen zuerst schwarz durch Verkohlung, dann weiß und hinterläßt Tonerde. Löslich in Salpetersäure und Kalilauge. Kommt in Braunkohlenflötzen vor und wird zur Darstellung der Mellitssäure verwendet. *Leppla.*

**Honorarnorm**, Gebührenordnung für Arbeiten des Architekten und Ingenieurs.

Sie ist aufgestellt vom Verband deutscher Architekten- und Ingenieurvereine, Verband deutscher Zentralheizungsindustrieller, Verband deutscher Elektrotechniker, vom Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern, Verein deutscher Ingenieure, Verein deutscher Maschineningenieure, Berlin 1901, zu beziehen von jeder Buchhandlung.

**Hontoriakanone**, f. Schiffsgeschütze.

**Hoofdtau** (Haupttau), die den Mast eines Schiffes stützenden Wanten

ohne den Zubehör an Jungfern- und Taljenreeps.

In der Regel bestehen zwei nebeneinander liegende Hoofdtaue aus einem Tau, das um den Top des Mastes mit eingebundenem Auge gelegt wird; ein solches Tau heißt Spannwant. *T. Schwarz.*

**Hooke'sche Räder** sind zwei ineinander greifende Zahnräder mit schraubenförmiger Verzahnung, durch welche eine große Gleichmäßigkeit und Sicherheit der Uebertragung der Bewegung von einem Rade auf das andre bewirkt und bei einer ungewöhnlich großen Ueberfetzung eine sehr schnelle gleichförmige Bewegung ermöglicht wird.

Um eine Vorstellung von der Gestaltung der schraubenförmigen Verzahnung zu erhalten, denken wir uns in Fig. 1 mehrere kongruente Zahnkurven  $k_1, k_2, k_3 \dots$  des einen Rades  $F\omega$  in nahen Abständen aufeinander folgend und die entsprechenden unter sich kongruenten Zahnkurven  $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots$  des andern Rades  $\Phi\omega$  gezeichnet, dann berühren sich die Zahnkurvenpaare in den Punkten  $E_1, E_2, E_3 \dots$  auf der Eingriffskurve  $e$ , die in Fig. 1 eine Gerade, die gemeinsame Tangente  $aa$  der Kreise  $o, \omega$  ist, weil wir beispielsweise als Zahnkurven die diesen Kreisen angehörenden Kreisevolventen (s. Evolventenverzahnung) genommen haben. Behufs der praktischen Ausführung dieser Anordnung denken wir uns ein Zahnrad senkrecht zu seiner Achse in gleich dicke dünne Scheiben zerschnitten, dieselben auf der Achse um gleiche Winkel

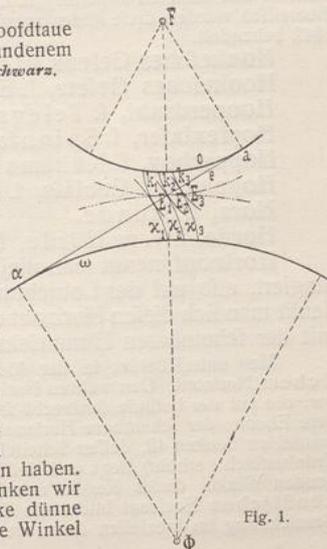


Fig. 1.

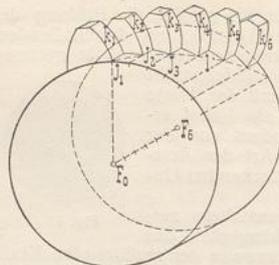


Fig. 2.

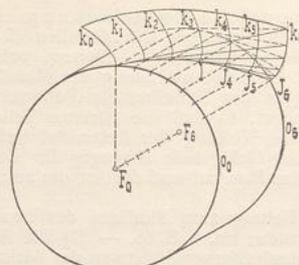


Fig. 3.

zweite zugehörige nicht gezeichnete Zahnrad entsprechend gefaltet. Wird nun die Einrichtung derart getroffen, daß von den in Fig. 2 gezeichneten sechs Zähnen der schraubenförmigen Zahnreihe der Zahn  $k_1$  seinen Eingriff begonnen hat, bevor der Eingriff des Zahnes  $k_0$  endet, so befinden sich die sechs Zähne gleichzeitig im Eingriff. Die Fußpunkte  $J_1, J_2, J_3 \dots$  der Zahnkurven liegen auf dem Grundkreiszyylinder in einer Schraubenlinie  $l$  und die Zahnkurven  $k_1, k_2, k_3 \dots$  befinden sich auf einer Schraubenfläche.

Denken wir uns die gleich dicken Scheiben unendlich dünn, also in unendlicher Anzahl vorhanden, und jene gleichen Drehungswinkel unendlich klein genommen, dann geht aus jener stufenartigen Zahnreihe eine Schraubenfläche  $k_0 \dots k_6$  als Zahnfläche hervor, die in Fig. 3 parallelperspektivisch dargestellt ist [1]. Mit solchen schraubenförmigen Zähnen versehene Räder, die auch Schraubenräder (f. d.) genannt werden, wurden zuerst von Hooke [2], später von White und Woollams [3] ausgeführt. Durch eine derartige schraubenförmige Verzahnung entsteht aber ein zur Radachse  $F_0 F_6$  parallel gerichteter Druck. Um diesen Druck aufzuheben, wird die Zahnfläche, wie in Fig. 4 parallelperspektivisch dargestellt ist, von einer Schraubenfläche  $k_0 k_6$  längs der Schraubenlinie  $l$  und von einer symmetrischen Schraubenfläche  $k_0 k_{VI}$  längs der Schraubenlinie  $l'$  gebildet, die zu  $l$  in bezug auf den mittleren Zylinderkreis  $o_0$  symmetrisch ist.

Literatur: [1] Burmeister, L., Lehrbuch der Kinematik, Bd. 1, S. 226, Leipzig 1888. — [2] Im Jahre 1666 hat Robert Hooke diese Räder im Modell der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften in London vorgezeigt; beschrieben sind dieselben in Hooke, Lectiones Cutlerianae or a collection of lectures, Nr. 2, Animadversions on the first part of the Machina Coelestis 1674, S. 70, Fig. 20 und 21. — [3] Im Repertory of arts, manufactures and agriculture 1822, Bd. 40, S. 142, hat White diese Schraubenräder in unklarer Weise beschrieben, und eine Uebersetzung befindet sich im Polytechn. Journal 1822, Bd. 7, S. 287; deshalb sind diese Räder von einigen Autoren auch White'sche Räder genannt worden; klarer und ausführlicher sind diese Schraubenräder von Woollams, Specification Nr. 4477 vom 20. Juni 1820, beschrieben; diese Beschreibung befindet sich auch im Repertory u. f. w. a. a. O., S. 1, und im Polytechn. Journal a. a. O., S. 137; theoretisch wurden diese Räder zuerst von Olivier in seiner Théorie géométrique des engrenages 1842 behandelt.

Burmeister.

**Hooke'sches Gelenk** (Hooke'scher Schlüssel), f. Gelenk, Bd. 4, S. 356.

**Hooke'sches Gesetz**, f. Elastizitätsgesetz, Bd. 3, S. 383.

**Hooperdraht**, f. Telegraphie.

**Hopfenfaser**, f. Spinnfasern.

**Hopperboy**, f. Kühlmaschine.

**Hoppesches Gebläse**, f. Kapfelgebläse.

**Hora**, f. Stunde.

**Horde**, f. v. w. Hürde, f. Schafffalle.

**Horizont** nennt man diejenige Ebene, welche die Erde im Beobachtungsort tangiert, also auf der Lotrichtung in diesem Punkte senkrecht steht. Gewöhnlich denkt man sich diesen Horizont dargestellt durch die Schnittlinie der Tangentialebene mit der scheinbaren Himmelskugel, deren Sichtbarkeitsgrenze sie zugleich bildet.

Man unterscheidet in der Meßkunst zwischen wahren, scheinbarem und künstlichem Horizont. Den wahren Horizont stellt die durch den Mittelpunkt der Erde gelegte Ebene dar, die auf der Lotlinie senkrecht steht, ihr parallel ist die schlechtweg als Horizont bezeichnete Ebene; der scheinbare Horizont wird durch diejenige Fläche gebildet, welche als Kegelmantel zu denken ist, dessen Scheitel im Beobachtungspunkt (meist mehr oder weniger über der Erdoberfläche erhöht) liegt und dessen Seiten die Erdoberfläche berühren ( $90^\circ$  weniger dem erzeugenden Winkel dieses Kegels nennt man die Depression des Horizonts, f. d.). Einen künstlichen Horizont bildet die Oberfläche einer freien Flüssigkeit und man gebraucht diese Bezeichnung im speziellen dann, wenn eine solche Oberfläche wegen der Reflexion der Strahlen

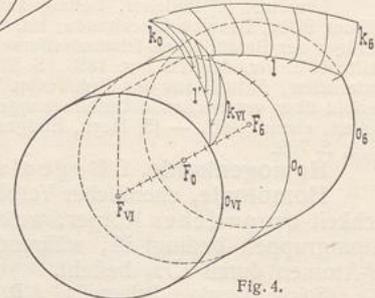


Fig. 4.

der Gefirne an ihr zur Höhenmessung benutzt wird (vgl. Queckfilberhorizont, Sextant und Reflexionsinstrumente). Auf dem Horizont denkt man sich die sogenannten Kardinalpunkte gelegen, nämlich Nord und Süd als Schnittpunkte des Meridians und Ost und West als Schnittpunkte des ersten Vertikals mit dem Horizont.

*Ambrohn.*

**Horizont**, geologischer, oder geologisches Niveau, wird eine Schicht von einem bestimmten Alter bezeichnet, das in erster Linie durch die in der Schicht enthaltenen Verfeinerungen bezeichnet wird. Der Begriff deckt sich also mit dem Alter der Schicht oder mit der Zeit ihrer Entstehung, nicht aber mit ihrer Gesteinsbeschaffenheit.

*Leppla.*

**Horizontal**, jede einem Horizont, besonders dem „scheinbaren“, angehörende Fläche oder Linie (Horizontale, Horizontallinie, Horizontalkurve). Alle Oberflächen ruhender Flüssigkeiten sind Horizontalflächen; zur künstlichen Herstellung horizontaler Linien oder Flächen dienen Horizontierungsinstrumente, vornehmlich die Libelle (f. d., sowie Geodätische Instrumente).

Manche Instrumententeile, welche nach dem Prinzip des betreffenden Instrumentes horizontal einzurichten sind, werden dementsprechend bezeichnet. Zum Beispiel heißt die Fernrohrkippschne beim Durchgangs-(Passage-)Instrument und allen theodolitartigen Instrumenten (f. Theodolit) Horizontalachse; der nach dem Prinzip dieser Instrumente horizontal einzurichtende Teilkreis (Azimutalkreis) „Horizontalkreis“, der entsprechende Faden des Fadenkreuzes „Horizontalfaden“. Die Einrichtung dieser Instrumente in die Horizontale, z. B. der Horizontalachse, nennt man die Horizontierung (wobei in übertragener Bedeutung die Lotrechtstellung der entsprechenden Achsen eingeschlossen ist). — Weiteres hierüber f. die betreffenden Instrumente.

*Reinhertz.*

**Horizontalintensität**, f. Magnetismus.

**Horizontalkoordinaten**, f. Koordinaten am Himmel.

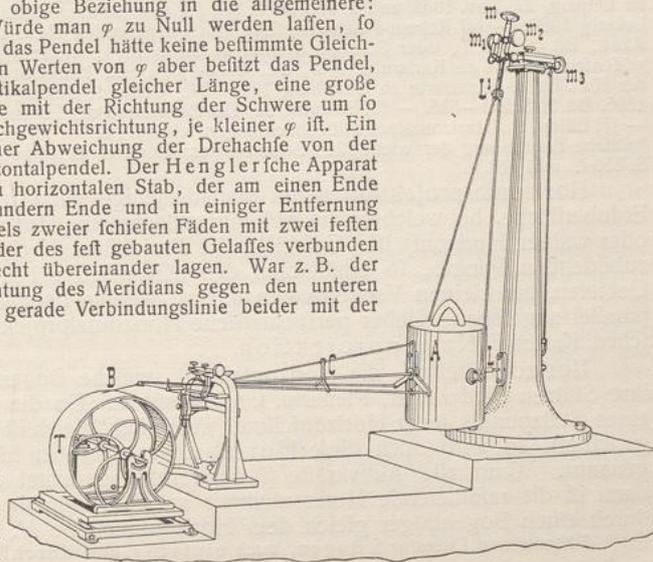
**Horizontalkurven** (Höhenkurven, Höhen-, Niveau-, Schichtenlinien), Linien gleicher Höhe (Horizont, Niveau), welche entweder im Felde unmittelbar abgesteckt oder auf Grund von Höhenmessungen in Karten konstruiert sind. Weiteres f. Höhenmessungen, Nivellieren und Topographie.

*Reinhertz.*

**Horizontalmessung**, f. Längenmessung.

**Horizontalpendel**. Dieser Apparat wurde 1830 von Lorenz Hengler [1], [2], später von Zöllner [3] erfunden und besonders von E. v. Rebeur-Paschwitz [4] und Ehlert [7] vervollkommen und zu wichtigen geophysikalischen Forschungen verwendet.

Bei kleinen Ausschlägen hängt die Schwingungszeit  $T$  eines gewöhnlichen Pendels (Vertikalpendels) von dem Trägheitsmoment  $K$ , dem Abstand  $s$  des Schwerpunktes von der Achse, der Masse  $M$  und der Beschleunigung der Schwere  $g$  ab nach der Gleichung:  $T^2 M g s = \pi^2 K$ . Das Vertikalpendel schwingt in vertikaler Ebene um eine horizontale Achse. Läßt man aber ein Pendel um eine schiefe Achse schwingen, deren Winkel mit der Lotrichtung die Größe  $\varphi$  besitzen mag, so verwandelt sich obige Beziehung in die allgemeinere:  $T^2 M g s \sin \varphi = \pi^2 K$ . Würde man  $\varphi$  zu Null werden lassen, so würde  $T$  unendlich groß, das Pendel hätte keine bestimmte Gleichgewichtslage. Bei kleinen Werten von  $\varphi$  aber besitzt das Pendel, verglichen mit dem Vertikalpendel gleicher Länge, eine große Schwingungszeit um eine mit der Richtung der Schwere um so stärker veränderliche Gleichgewichtsrichtung, je kleiner  $\varphi$  ist. Ein solches Pendel mit kleiner Abweichung der Drehachse von der Vertikalen heißt ein Horizontalpendel. Der Hengler'sche Apparat war gebildet durch einen horizontalen Stab, der am einen Ende ein Gewicht trug, am andern Ende und in einiger Entfernung von diesem letzteren mittels zweier schiefen Fäden mit zwei festen Punkten eines Stativs oder des fest gebauten Gefasses verbunden war, die beinahe senkrecht übereinander lagen. War z. B. der obere feste Punkt in Richtung des Meridians gegen den unteren so verschoben, daß die gerade Verbindungslinie beider mit der Lotlinie den Winkel  $\varphi$  einschloß, so hatte der Stab seine Gleichgewichtslage im Meridian. Wenn nun aber, etwa infolge veränderter Stellung des Mondes oder der Sonne, die Richtung der Schwere gegen Ost oder West sich um einen kleinen Winkelbetrag  $\alpha$  änderte, so mußte der horizontale Stab sich



um den Winkel  $\alpha/\sin \varphi$  gegen Ost oder West drehen. Ebenso war zu erwarten, daß bei der seitlichen Annäherung einer großen Masse gegen das Pendelgewicht ein Ausschlag des Horizontalpendels die Gravitationskonstante werde berechnen lassen. Auch kleine Schiefstellungen des Bodens, etwa infolge vorüberziehender Erdbebenwellen oder einer etwaigen östwestlich sich fortpflanzenden Flutbewegung der festen Erdrinde mußten an dem im Meridian aufgestellten Horizontalpendel ihren im Verhältnis  $\sin \varphi : 1$  vergrößerten Ausschlag erzeugen.

Alle diese Erwartungen haben sich bei der exakten Ausführung und Beobachtung des Horizontalpendels durch Rebeur-Pafchwitz bestätigt, mit Ausnahme der Verwendbarkeit des Apparats zur Bestimmung der Massenanziehung, für die der Gebrauch von symmetrisch gebauten Apparaten (s. Bifildynamometer) geeigneter ist, vgl. darüber [4] und [5]; nur sind die Ursachen der Ausschläge nicht allein in wirklichen Veränderungen der Lotrichtung gegen das Niveau des Aufstellungsortes zu suchen, sondern besonders auch in nur scheinbaren, durch die horizontalen Komponenten der Bodenbewegung bei Erdbeben und Erdpulsationen erzeugten Störungen der Lotrichtung [6]. Die Ausschläge des Horizontalpendels sind nicht nur ein zweideutiger Ausdruck entweder der horizontalen Bodenbewegung des Aufstellungsortes oder der Veränderung der Lotrichtung gegenüber dem Boden, sie sind auch wesentlich beeinflusst durch die Eigenschaften des Instruments bezüglich der Periodendauer und der Dämpfung feiner Eigenschwingungen. Der Apparat von Rebeur-Pafchwitz besteht ganz aus starren Teilen; er ist um zwei Stahlspitzen eines sehr soliden Stativs drehbar, in die das leicht gearbeitete Pendel mittels Achtfachalen eingehängt wird, derart, daß von beiden schiefgestellten Spitzen die obere gegen den Schwerpunkt, die untere vom Schwerpunkt des Pendels weg gerichtet ist. Zwei Spiegel, der eine am Stativ, der andre an der Pendelachse befestigt, liefern zur photographischen Registrierung ein festes und ein veränderliches Lichtbild, die auf einem durch Uhrwerk vorbeigeführten Papierstreifen die Pendelausschläge verzeichnen. Das Horizontalpendel bildet in verschiedenen Formen feiner Konstruktion [8] die gebräuchlichste Art von Seismometern. Außer den zur photographischen Registrierung eingerichteten Pendeln mit leichter Masse sind, besonders nach dem Vorgang des Japaners Omori, mechanisch registrierende Apparate mit schwerer Pendelmasse im Gebrauch, um deren Vervollkommnung sich die Firma J. & A. Bosch in Straßburg verdient gemacht hat, die auch die photographisch registrierenden Apparate in neuer Vervollkommnung herstellt. Die Figur zeigt das 100-kg-Pendel. An starkem eisernen Stativ ist die mit dem horizontalen Hebel  $LC$  verbundene schwere Masse  $A$  um die Schneide in  $L$  und die Feder  $L'$  leicht drehbar aufgehängt, so daß mittels der Schrauben  $m, m_1, m_2, m_3$  die Aufhängung nach Azimut und Eigenschwingungszeit des Pendels genau reguliert werden kann. Die Bewegung des Erdbodens gegenüber der trägen Masse  $A$  wird nach doppelter Hebelüberfetzung mittels des Schreibstiftes  $B$  durch einen sehr leichten Druck auf berufenes Papier verzeichnet, das auf die durch Uhrwerk gedrehte Trommel  $T$  aufgezogen ist. Die störenden Eigenschwingungen des Apparats, die besonders durch Bodenbewegungen von einer mit der des Apparats nahe übereinstimmenden Schwingungsperiode hervorgerufen werden, können durch Dämpfungsvorrichtungen beschränkt werden. Da jedes Horizontalpendel nur die zu seiner vertikalen Hauptebene senkrechten Bodenbewegungen registriert, so pflegt man meist zwei oder drei nach verschiedenen Himmelsrichtungen rotierende Pendel zusammen zu verwenden.

Literatur: [1] Zöllner, Zur Geschichte des Horizontalpendels, Kgl. sächs. Gesellsch. der Wissensch. zu Leipzig, math.-phys. Klasse, November 1872. — [2] Safarik, Beitrag zur Geschichte des Horizontalpendels, Poggend. Ann. 1873, Bd. 150, S. 150. — [3] Zöllner, Ueber einen neuen Apparat zur Messung anziehender und abstoßender Kräfte, Kgl. sächs. Gesellsch. der Wissensch. zu Leipzig, 27. Nov. 1869 und 1. Juli 1871; [1], [2] und [3] auch Zöllner, Wissensch. Abhandl. 4, Leipzig 1880. — [4] Rebeur-Pafchwitz, Das Horizontalpendel, Nova acta der Kais. Leop. Carol. Akad., Bd. 60, Nr. 1, oder Seismol. Journal of Japan 1894, Nr. 3; vgl. a. Verhandl. des Naturwissensch. Vereins zu Karlsruhe 1887, Bd. 10. — [5] Derf., Horizontalpendelbeobachtungen auf der Kais. Univ.-Sternwarte zu Straßburg 1892–94; Gerland, Beiträge zur Geophysik, Stuttgart, 1895, Bd. 2, S. 211–535. — [6] Schmidt, A., Die Aberration der Lotlinie, ebend. 1896, Bd. 3, S. 1. — [7] Ehlert, R., Horizontalpendelbeobachtungen, ebend. 131. — [8] Derf., Zusammenstellung und kritische Beurteilung der wichtigsten Seismometer; Gerland, Beiträge zur Geophysik 1897, III, 3, S. 350 ff. und 481 ff.

Aug. Schmidt.

**Horizontalprojektion** nennt man dasjenige Verfahren der Abbildung der Erdoberfläche, bei welchem die Abbildungsfläche eine Horizontfläche (scheinbarer oder wahrer Horizont) ist. Geschieht die Projektion durch die Lotlinien der abzubildenden Punkte, so erhält man den „Grundriß“; bei wenig ausgedehnten Gebieten, bei kleinen Vermessungen u. s. w. werden dabei die Lotrichtungen als parallel angesehen. Ueber perspektivische Horizontalprojektionen bei geographischen Karten s. Kartenprojektion.

Reinhertz.

**Horizontalschub**, die Horizontalkraft, welche Bogenträger (s. Bogen) auf ihre Stützen (Widerlager, Pfeiler u. s. w.) ausüben. Da die Horizontalreaktion eines Stützpunkts jener Horizontalkraft numerisch gleich ist (und entgegengesetzt gerichtet), so wird auch diese Horizontalreaktion häufig Horizontalschub genannt. Wenn alle Aktivkräfte (s. d.) vertikal gerichtet sind (Lasten u. s. w.), dann ist die resultierende Horizontalkraft in allen beliebigen geformten Schnitten durch einen Bogenträger gleich dem Horizontalschub  $H$ .

Näheres und Literatur s. Bogen, auch einfache und durchlaufende, Bogenfach-

werke, Gewölbe, Hängebrücken, auch feste, Kämpferreaktionen, Ketten, Schnittkräfte. In allgemeinerer Auffassung werden auch andre Horizontalkräfte als die obenerwähnten Horizontalstöße genannt. S. a. Horizontal Schub, künstlicher.

Weyrauch.

**Horizontal Schub, künstlicher.** Bei eisernen Bogenträgern mit zwei Gelenken (f. Bogen) wird mitunter beabsichtigt, die durch das Eigengewicht allein entstehenden Biegemomente  $M$ , aufzuheben, um für diese Belastung eine gleichmäßige Beanspruchung der Querschnitte zu erreichen und damit auch für andre Belastungen die Beanspruchungen herabzusetzen [1], S. 35, [3], S. 272. Die Bogenachse muß zu diesem Zwecke vor Einwirkung von Lasten und Temperaturänderungen etwas über ihrem normalen Orte unter letzteren Voraussetzungen liegen. Eine solche Ueberhöhung der Bogen wird auch angeordnet, um ein Durchhängen der horizontalen Obergurten der Tragwände bei niedriger Temperatur zu vermeiden [3], S. 272. Vgl. Ueberhöhung von Trägern. Die künstliche Ueberhöhung erfolgt durch einen künstlichen Horizontal Schub  $K$ , welcher nach seiner Erzeugung bei jeder Belastung zu dem ohne letztere maßgebenden Werte des Horizontal Schubs tritt.

Durch geeignete Wahl von  $K$  kann neben Erreichung der obenerwähnten Zwecke die Normaltemperatur des Bogens auf die mittlere Ortstemperatur reduziert werden [3], S. 92, 98, 290. Als Normaltemperatur ist diejenige Temperatur anzusehen, für welche ohne Belastung bei normaler Spannweite der spannungslose Zustand eintreten würde. Ueber die Mittel zur Herstellung des künstlichen Horizontal Schubs f. [1], S. 36, [3], S. 290, Berechnung der Größe desselben [3], S. 90, 92, 98, 272, 290.

Literatur: [1] v. Leibbrand, Die König-Karls-Brücke über den Neckar zwischen Stuttgart und Cannstatt, Berlin 1895 (Auszug: Zeitschr. f. Bauwesen 1895, S. 61). — [2] Weyrauch, Berechnung der neuen Bogenbrücke über den Neckar zwischen Stuttgart und Cannstatt, Allgem. Bauztg. 1895, S. 49, 57, 73, 85. — [3] Derf., Elastische Bogenträger, ihre Theorie und Berechnung entsprechend den Bedürfnissen der Praxis, München 1897.

Weyrauch.

**Horizontaluhr, f. Sonnenuhren.**

**Horizontalverband, f. Querverbände.**

**Horizontalwinkel, auch Azimutalwinkel,** nennt man diejenigen Winkel, welche von lotrechten (vertikalen) Richtungsebenen gebildet und demnach unmittelbar bestimmt werden durch die Schnittlinien, welche diese Lot-ebenen mit der scheinbaren Horizontfläche bilden, oder mit andern Worten, die Projektion beliebig geneigter Winkel auf die Horizontfläche. Zur Messung dieser Winkel dient vornehmlich der Theodolit (auch Astrolabium und eventuell Buffole) mit Horizontal- (Azimutal-) Kreis und Kippfernrohr; zur unmittelbaren Aufzeichnung derselben dient der Meßtisch mit Diopterlineal oder Kippregel (f. Meßtisch). Ueber Horizontalwinkelmessung mit dem Theodoliten f. diesen sowie den Art. Triangulierung.

Reinherts.

**Horizontierungsvorrichtung, f. Horizont, Horizontal.**

**Horn,** die paarige, aus Hornsubstanz bestehende Scheide der (knöchernen) Stirnbeinzapfen der Cavicornia (horntragenden Wiederkäuer). Im weiteren Sinne als Hornmaterial rechnet man hierzu noch die Hufe der Unpaarzeher, die Klauen der Paarzeher und die soliden Epidermisbildungen auf den Nasenbeinen der Rhinerosarten.

In ausgedehnter technischer Verwendung stehen insbesondere die Hörner des Rindes (Ochsen-, Kuhhorn), des Büffels, Schafes und der Ziege; die meist prächtig entwickelten Hörner der Antilopen (wozu auch unfre Gemse) werden wohl nur deswegen selten verarbeitet, weil der Rohstoff nicht regelmäßig zu haben ist [1].

Die Hornsubstanz, Hornstoff oder Keratin, bildet den wesentlichen Bestandteil der Oberhautgebilde, wie der Haare, Nägel, Federn, Epidermiszellen, und der obengenannten Hornmaterialien und ist je nach seinem Ursprunge verschieden, so daß man besser von Keratinen spricht. Dieselben sind sehr hygroskopisch, im Wasser wenig quellend, in kochender Essigsäure löslich; in Alkalien quellen sie auf und werden, darin gekocht, ebenfalls aufgelöst. Sie bestehen aus  $C$ ,  $H$ ,  $N$ ,  $O$  und  $S$ , außerdem ist in den Hörnern noch Calciumphosphat nachgewiesen worden.

Die wichtigsten technischen Eigenschaften des Hornes sind Elastizität, Biegsamkeit, hinlängliche Härte, Spaltbarkeit, bequeme Bearbeitbarkeit auf der Drehbank, vor allem aber das Erweichen in höherer Temperatur, welches ein Biegen, Pressen, Löten oder Schweißen, mithin ein sehr weitreichendes Formen und eine vielseitige Verwendung gestattet. Die mikroskopischen Eigenschaften f. [2]. Das Horn ist hohl, gegen die Spitze massiv; dieser Teil gibt die Hornspitzen des Handels, ein vielgebrauchtes Drechflermaterial für Pfeilspitzen u. f. w. Die Hohlstücke, Hornschrot genannt, dienen zu Kämmen, Laternenhorn, Wageschalen, Griffen u. f. w. Die Bearbeitung derselben beruht auf Erweichen des Hornes in heißem Wasser und über Feuer; eine höhere Transparenz wird durch Abschaben trüber Stellen, Einlegen in kaltes und heißes Wasser, Eintauchen in geschmolzenen Talg, Pressen mit heißen eisernen Platten erzielt. Wichtige

Zubereitungsarbeiten sind ferner das Spalten und das Löten, d. h. Vereinigen kleiner Stücke zu einer größeren Platte; die entsprechend zugefährten Enden zweier Platten werden in einer heißen Flachzange zusammengepreßt und sind nach dem Erkalten innig miteinander vereinigt. Ueber diese und andre Verarbeitungsformen s. insbesondere [3]. Die gangbarste Ware sind Ochsen- (und Kuh-)hörner, deren Primaqualität zumeist von Südamerika kommt; geschätzt sind auch die großen Hörner der ungarischen und galizischen Rinder; das Horn ist im Querschnitt rund. Feiler und feiner, daher auch besser polierfähig sind die dreikantigen Büffelhörner (von Indien, Kleinasien, Rumänien, Ungarn), wegen der dunkeln Farbe aber zu transparenten Objekten nicht tauglich. Schafhorn ist transparent, zu Laternenhorn und zu Sonnenschirmgriffen geeignet; ebenso Ziegenhorn. Hornabfälle (Hornspäne) werden zu Tierkohle verarbeitet, finden bei der Erzeugung von Blutlaugensalz, bei dem Verfahren des Eisens Verwendung, können aber auch durch heiße Pressung zu einer festen Masse vereinigt werden; auf diese Weise werden Knöpfe und Dosen hergestellt. Hornknöpfe werden auch aus den Klauen und Hufen erzeugt [4]. Durch Rösten und Dämpfen der Hornspäne erhält man einen wertvollen Stickstoffdünger; gedämpft bildet das Horn eine weiche elastische Masse, welche leicht zerreiblich ist und gemahlen als Hornmehl in den Handel kommt.

Literatur: [1] Karmarich u. Heeren, Technol. Wörterbuch, Prag 1878, Bd. 4, S. 424 u. 429. — [2] Nebeski, O., Beiträge zur histologischen Charakterisierung der Hornmaterialien, Jahresbericht der Wiener Handelsakademie, 1883. — [3] Hanaufek, Eduard, Die Technologie der Drechslerkunst, 2. Aufl., Wien 1897, S. 257 ff. — [4] Ifensee, R., Die Knopffabrikation, Weimar 1862; Hanaufek, T. F., Lehrb. der techn. Mikroskopie, Stuttgart 1901, S. 423 ff. *T. F. Hanaufek.*

**Horn** wird, wie auch die Hornspäne, auf Stickstoffdünger verarbeitet, und zwar durch Rösten oder Dämpfen.

Beim Rösten wird das Horn in eisernen Gefäßen unter kräftigem Rühren stark erhitzt, wobei jedes Anbrennen vermieden werden muß, da daselbe große Stickstoffverluste zur Folge haben würde. Nach dem Rösten und Erkalten ist es brüchig und leicht zu mahlen. Das Dämpfen des Hornes geschieht in sogenannten Digestoren, das sind geschlossene eiserne Kessel, welche mit einem Dampfkessel in Verbindung stehen. In dem Digestor wird das Horn ca. 2 Stunden lang unter einem Druck von 2–3 Atmosphären mit Dampf behandelt. Nach dem Dämpfen bildet das Horn eine weiche elastische Masse, welche in den Trockenfugen zu einer leicht zerreiblichen glasigen Substanz zuzammentrocknet und als solche leicht gemahlen werden kann. Gemahlen kommt es als Hornmehl in den Handel. Kommt das Horn in größeren Stücken in den Handel, wie z. B. als Horn der Wiederkäuer, so enthält es 13–14% Stickstoff, welcher bei den Hornspänen infolge der Verunreinigungen der Werkfakt bis auf 7–8% heruntergehen kann. *Weitz.*

**Hornbaum**, s. Nutzhölzer.

**Hornblei**, s. v. w. Bleihornnerz (s. d.).

**Hornblende** (Amphibol), Mineral, Silikate von Tonerde, Kalk, Magnesia, Eisenoxydul in wechselnder Mischung, ähnlich wie Augit zusammengesetzt und wie dieser auch kristallisierend. Nur bilden die Flächen des Prisma an der Kante einen Winkel von  $124^{\circ} 30'$ , ebenso auch die Hauptspaltungsrichtungen. Die technische Bedeutung ist trotz der zahlreichen Arten und des häufigen Vorkommens ziemlich untergeordnet.

Man unterscheidet: 1. Hornblende, gemeine, ohne konstante Zusammensetzung; kristallisiert monoklin, prismatisch, selten derb; meist dunkelgrün oder -braun bis schwarz und glasglänzend. Durchsichtig. Spaltbar. Härte  $5\frac{1}{2}$ –6. Spez. Gew. 3,1–3,3. Schmilzt um so leichter, je reicher an Eisen und Alkali. Nach dem Schmelzen von Säuren angreifbar. Bei der Verwitterung entstehen oft chloritische Aggregate und als Endprodukt Kalkspat, Kieselsäure und Ton. Sie ist ein Hauptgemengteil in vielen kristallinen Schiefen, dann in zahlreichen Eruptivgesteinen (Syenit, Diorit, Porphyrit, Andesit u. f. w.), tritt dagegen seltener in Sedimenten auf. Wird als Zuschlag beim Schmelzen der Eisenerze benutzt.

2. Aktinolith, Strahlstein, eine sehr eisenreiche, bouteillengrüne Abart, kristallisiert monoklin. Spez. Gew. 3,03–3,17. Sehr häufig in Talk- und Chloritschiefern, aber auch reine Strahlsteinschiefer bildend.

3. Tremolit, Grammatit, Magnesia-Kalk-Silikat ohne Tonerde  $Mg_3CaSi_4O_{12}$  (28,85%  $MgO$ , 13,35%  $CaO$ , 57,70%  $SiO_2$ ), weiße bis graue prismatische monokline Kristalle, glasglänzend, durchscheinend. Spez. Gew. 2,9–3,0. Sehr schwer schmelzbar; nach dem Erstarren hat das Schmelzprodukt Augitform und ist spezifisch schwerer.

4. Uralit wird sekundäre Hornblende in der äußeren Form des Augit genannt. Diese Pseudomorphose kommt in Eruptivgesteinen vor.

5. Glaukophan, Natron-Tonerde-Silikat  $Na_2OAl_2O_3 + 4SiO_2$ . Kristallisiert monoklin. Blau durchscheinend. Härte 6– $6\frac{1}{2}$ . Spez. Gew. 3,1. Leicht schmelzbar. Gesteinsbildend in der Reihe der kristallinen Schiefer.

6. Krokydolith, eine faserige Abart einer aus Natron-Eisenoxyd-Silikat bestehenden Hornblende. Ohne äußere Kristallformen. Blau. Die Fasern sind zäh, elastisch biegsam und blau durchscheinend; seidenglänzend. Härte 4. Spez. Gew. 3,2–3,3. Wird gegläht braunrot und gibt Wasser ab. Schmilzt leicht zu einem schwarzen magnetischen Glas. Durch Säuren unangreifbar. Bei der Umwandlung mancher Krokydolithvorkommen entsteht Quarz in faseriger Beschaffenheit. In dem sogenannten Falkenaugen ist der Krokydolith teilweise in farblosen bis gelben (durch Eisenhydroxyd gefärbten) Quarz umgewandelt. Beim Tigeraugen hat sich diese

Umlagerung ganz vollzogen. Beide, Falkenauge und Tigerauge (f. Quarz), kommen als fogenannter Krokydolith viel in den Handel, vornehmlich aus Griquatown in Südafrika.

7. Nephrit, Beilstein, Nierenstein, ein dichter, verworren faseriger, scheinbar homogener Strahlstein, zum Teil mit beigemengtem Diopsid. Nephrit von Ostturkestan enthält 58%  $\text{SiO}_2$ , 1,3%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2,07%  $\text{FeO}$ , 24,18%  $\text{MgO}$ , 13,24%  $\text{CaO}$ , 1,28%  $\text{Na}_2\text{O}$ . Sehr zäh und schwer zu sprengen. Ist keine Schieferung vorhanden, so wird der Stein beim Zertrümmern zuerst stark erhitzt und dann plötzlich in kaltem Wasser abgekühlt, wobei er zahlreiche Risse erhält, nach welchen sich der Stein durch den Hammer weiter zerlegen läßt. Die Bruchfläche ist sehr splitterig. Farbe grün infolge des Eisengehaltes, und zwar in verschiedenen Tönen. Bei sinkendem Eisengehalt wird der Nephrit heller, in wenigen Fällen sogar farblos; selten sind gelbe und braune Töne. Stets undurchsichtig und nur in dünnen Schichten durchscheinend. Härte 6; Glas wird geritzt. Spez. Gew. 2,91—3,01, leichter als der manchmal ähnlich aussehende Jadeit. Von Säuren nicht angreifbar. Vor dem Lötrohr wird er trüb und weiß; schwer schmelzbar. Kommt in kristallinen Schiefen, besonders in Hornblendeschiefern, und Serpentin als Einlagerungen vor, so in Schlesien, Skandinavien, vor allem aber in Asien (Ostturkestan, Bucharei, Pamirgebiet, Nanfchangebirge in der Provinz Kanfu in China), Neuseeland. Die Vorkommen in Ostturkestan bei Yarkand und Khotan liefern den in Handel kommenden und in der Industrie verarbeiteten Nephrit teils in Form von eckigen Bruchstücken, teils in Form von Flußgeröllen; diese letzteren gelten als das wertvollste Material. Der Nephrit dient den asiatischen Naturvölkern bis heute als ein wertvoller Zierstein, dann auch zu Waffen, Messer, Beilen, Meißeln u. f. w. und wurde in Form von Beilen schon in den frühesten Kulturepochen nach Europa gebracht. Hier wird er heute wenig mehr als Schmuckstein verwendet. Nur die schön grünen Steine von Neuseeland werden noch jetzt zu Ring- und Nadelsteinen benutzt, Außerdem wird er zu allerhand kleinen Nippesachen, Dosen, Vasen, Figuren, Papiermessern u. f. w. verarbeitet. Bedeutend ist der Verbrauch von Nephrit noch in China, wo er in zahlreichen Farbentönen und zu sehr verschiedenen Preisen in den Handel kommt und zur Herstellung von Kunstgegenständen aller Art dient. Die Bearbeitung ist auf der Drehbank möglich, doch wird er auch auf Sandstein geschliffen.

Literatur: Bauer, Edelsteinkunde, Leipzig 1896, S. 514—523; Fischer, Nephrit und Jadeit, 1875; Traube, Neues Jahrb. f. Miner. 1884, Beil.-Bd. 412; Meyer, Mitteil. der Anthropol. Ges., Wien 1883, 1885. — Bogdanowitsch, K. J., Verhandlungen der kais. ruff. mineral. Gesellschaft. 1892, XXIX (ruff.). Leppia.

#### Hornblendefels, f. Hornblendeschiefer.

**Hornblendeschiefer** (Hornblendefels, Amphibolit, Amphiboliteschiefer, Syeniteschiefer z. T.), diejenigen kristallinen Schiefer, welche vorzugsweise aus Hornblende bestehen.

Nur in seltenen Fällen fehlen andre Mineralien. Meist treten noch Feldspat und Quarz, in manchen Fällen auch Granat, Augit, Zoisit, untergeordnet, aber selten fehlend, Titanit, Magnetit, Apatit u. a. auf. Die Hornblende ist selten äußerlich kristallographisch begrenzt, meist stengelig oder faserig und vielfach parallel gelagert. Ist die gemeine Hornblende durch Aktinolith ersetzt, so werden die Schiefer auch Aktinolith- oder Strahlsteinschiefer genannt. Die Hornblende verleiht dem Gestein feine dunkelgrüne bis schwarze Farbe. Ist Feldspat vorhanden, so wird er sich in den meisten Fällen dem unbewaffneten Auge durch seine hellgraue oder weiße Farbe zu erkennen geben. Im feinkörnigen und frischen Zustand sind Quarz und farblos Feldspat oft nicht unterscheidbar. Als Umwandlungsprodukte der Hornblende erscheinen oft Chlorit oder auch Epidot. Die Epidosite und Epidotschiefer sind sehr eng mit den Hornblendeschiefern verwandt und teilweise aus ihnen hervorgegangen. Sie enthalten neben vorwaltendem Epidot noch Hornblende, Chlorit und Quarz.

Das Korn der Hornblendeschiefer ist meistens ein mittleres bis feines, seltener ein grobes oder dichtes. Die Schieferung wird durch die parallele Lage der Hornblendeafasern oder -prismen erzeugt. Parallel dieser Längsrichtung spaltet das Gestein in der Regel ziemlich leicht; senkrecht dazu ist es schwer zu zertrümmern. Ist die Lagerung der Hornblendeindividuen eine regellose und ihre innere Struktur eine faserige, dann erlangen die Gesteine eine sehr große Zähigkeit, und nur sehr schwer lassen sie sich sprengen und bearbeiten. In diesem Falle bilden sie in der Regel auch dicke plumpe Lagen. Feinkörnige und schieferige Hornblendeschiefer sind dagegen meist dünnschichtig. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach sind sie kieselensäurearme, dagegen an Eisen, Kalk und Magnesia reiche Gesteine und enthalten 45—50%  $\text{SiO}_2$ , 7—18%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 7—25%  $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ , 8—15%  $\text{CaO}$ , 2—18%  $\text{MgO}$ , 0—4% Alkalien. Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 2,9—3,1. Ihre Härte bewegt sich zwischen 5 und 5½. Bei der Umwandlung der feldspatreichen Hornblendeschiefer entsteht als Endprodukt ein an Brauneisenerz reicher, wenig sandiger Lehm. Reine Hornblendeschiefer verwittern oft sehr schwer und bilden Risse und Klippen. Als Umwandlungsprodukte der Hornblende selbst erscheint Epidot oder Chlorit oder bei den tonermeeren der Serpentin. Die Hornblendeschiefer treten mit Glimmerschiefer und Phyllit zumeist in den oberen Abteilungen der archaischen Schiefer auf, seltener im Gneis; in den echten Sedimentärformationen sind sie unbekannt.

Die technische Verwendung der Hornblendeschiefer ist so untergeordnet wie die Häufigkeit und Mächtigkeit des Vorkommens in dicken Bänken. Ihre Zähigkeit verleiht ihnen gegen Druck großen Widerstand, hindert aber ihre Bearbeitung. Für Verwendung in Wasserbauten spricht ihre schwere Verwitterbarkeit. Sie lassen sich nicht un schwer schneiden, schleifen und sägen und nehmen auch bei ihrer dunkelgrünen bis schwarzen Farbe eine schöne Politur an. Dickbankige und mäßige Vorkommen lassen sich also wie Syenit als Dekorationsstein verwenden, aber nicht so leicht bearbeiten.

Literatur: Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl., Leipzig 1894, III., S. 333. Leppia.

**Horners Divisionsmethode und Näherungsmethode**, f. Gleichungen, Bd. 4, S. 562 bezw. 565.

**Hornfels**, f. Fleckfchiefer. Cornubianit ist ein aus Andalufit und Glimmer bestehender Hornfels.

**Hornfischbein** (Indianerfischbein), aus Büffelhörnern hergestellter billiger Ersatz für echtes Fischbein.

**Hornhaspel**, im Bergbau f. v. w. Haspel, welcher zum Handbetrieb mit Kurbeln versehen ist (f. Bremsbergförderung).

**Hornkalk**, f. Kalkstein.

**Hornmehl**, ein Stickstoffdüngemittel mit 13—15% Stickstoff, das aus dem Horn durch Rösten oder Dämpfen und späteres Mahlen deselben hergestellt wird; f. Horn.

**Hornmetalle**, frühere Bezeichnung einiger Chlormetalle von einem gewissen Grad von Weichheit und Zähigkeit und durchscheinend wie „Horn“; z. B. geschmolzenes Chlor Silber, sublimiertes Quecksilberchlorür, Chlorblei. Die Mineralogen nennen die natürlich vorkommenden Chloride der genannten Metalle Horn Silber, Hornblei u. f. w.

Weitz.

Bujard.

**Hornfchiefer**, f. Hälleflint.

**Hornfchienen** (Flügel fchienen), f. Herzstück.

**Hornsignale** werden im Eisenbahnbetriebe zuweilen an Stelle der durchlaufenden Liniensignale angewendet, die mittels elektrischer Läutewerke gegeben werden. Ebenso ersetzt beim Rangierdienst das Horn zuweilen die Mundpfeife (f. Liniensignale, durchlaufende, Rangier signale).

Köchy.

**Horn Silber**, f. v. w. Chlor Silber (f. d.).

**Hornfatt**, im Bergbau f. v. w. Haspel fatt, d. i. der Aufstellungsort eines Haspels in der Grube (f. Bremsbergförderung).

**Hornstein**, f. Quarz.

**Hornsteinporphyr**, f. Quarzporphyr.

**Hornwerk**, f. Festungsbau.

**Horopter** (Sehziel) heißt der Komplex aller derjenigen Punkte der Außenwelt, die bei einer bestimmten Stellung beider Augen ihre Bilder auf korrespondierende Netzhautpunkte entwerfen.

Beim Sehen mit zwei Augen entstehen auf beiden Netzhäuten zwei verschiedene Bilder der Außenwelt. Gleichwohl erhält der Sehende die Empfindung eines einzigen Bildes aus zwei Gründen: einmal, weil durch Uebung die Augstellungen so übereinstimmen, daß die vom Sehenden jeweils fixierten äußeren Punkte ihre Bilder je auf die empfindlichste Stelle der Netzhaut, den gelben Fleck der Netzhautgrube (f. Auge), entwerfen. Auch diejenigen Punkte der Außenwelt, deren Bilder in gleicher Entfernung und Richtung von beiden Netzhautgrübchen, in sogenannten korrespondierenden Punkten, entworfen werden, rufen einen einheitlichen Gesichtseindruck hervor. Punkte der Außenwelt, deren Bilder nicht auf korrespondierende Punkte der Netzhäute fallen, werden doppelt gesehen; aber, und das ist der zweite Grund des Einfachsehens, das Auge vernachlässigt gewöhnlich unbewußt diese doppelt gesehenen Bilder. In der That, fixiert man von zwei hintereinander stehenden Gegenständen den vorderen, so sieht man den hinteren doppelt, und umgekehrt. In der mathematischen Behandlung der Horopterkurve (Hering, Helmholtz) betrachtet man jeden Punkt des Horopters als Schnittpunkt zweier Liniensoropter und spricht dann von Meridian-, Parallelkreis-, Horizontal-, Vertikalhoropter, vgl. darüber [1]—[3].

Literatur: [1] Helmholtz, H. v., Ueber die Form des Horopters, mathematisch bestimmt, Wissenfch. Abhandlungen, II., S. 420, Leipzig 1883. — [2] Derf., Ueber den Horopter, ebend. S. 427. — [3] Derf., Bemerkungen über die Form des Horopters, ebend. S. 478.

Aug. Schmidt.

**Horoskop**, f. Zeitbestimmung.

**Horrebow-Talcotts Methode**, f. Polhöhenbestimmung.

**Hospital** (Spital, norddeutsch Spittel), seit Jahrhunderten die Bezeichnung für ein Gebäude zur Unterbringung und Pflege von armen, alten oder gebrechlichen Menschen, welche für ihren Unterhalt nicht Sorge tragen können.

In früherer Zeit begriff man hierunter im allgemeinen alle Wohltätigkeitsanstalten, also auch diejenigen, welche heute unter den engeren Begriff des Krankenhauses (f. d.) oder der Heilanstalt fallen. Seit der strengen Scheidung in Anstalten zur Heilung und solche zur ständigen Pflege und Verforgung Hilfsbedürftiger ist das Hospital eine selbständige Anstalt geworden, welche durch Stiftungen oder aus öffentlichen Mitteln, besonders der Gemeinden, erhalten wird. Je nach den Zwecken unterscheidet man: 1. Pfründnerhäuser, Asyle, Bürgerasyle, Altersverforgungshäuser für bemittelte, alleinstehende Personen, welche den Rest ihres Lebens in gesundem, ruhigem Aufenthalt sorgenfrei verbringen wollen. Dieselben erhalten entweder eine eigne abgegrenzte Wohnung mit besonderer Verpflegung oder Unterkunft

in nicht zu großen allgemeinen Schlauffälen und Tagräumen. 2. Armenhaus, Pflegeanstalt für unbemittelte, auch sieche Leute, deren Erhaltung der Armenkasse zur Last fällt; diese werden ihren Kräften entsprechend zu geringer Arbeit beigezogen. Die Grundrißanlage kann nach zwei Arten erfolgen, wobei die Trennung nach Geschlechtern und die Zuführung von viel Licht und Luft im Auge zu behalten ist: a) Mehrstöckige Gebäude mit langen Flügeln, weiten Höfen und Gärten. b) Kleinere Gebäude, um das Verwaltungs- und das Wirtschaftsgebäude gruppiert.

Literatur: Handbuch der Architektur, 4. Teil, 5. Halbbd., Darmstadt 1891, 6. Kap., S. 130 ff.

— [2] Baukunde des Architekten. Bd. 2, Berlin 1884, S. 448 ff. sowie S. 456 ff. *Weinbrenner.*

**Hospitaldampf**, ein zu Lazarettzwecken eingerichteter Handelsdampfer. Dasselbe bildet ein Begleitschiff für größere Geschwader.

**Hospiz**, f. v. w. Fremdenherberge bei Klöstern; auch in neuerer Zeit noch gebräuchlich für Herbergen in unbewohnbaren Gebirgsgegenden, in welchen Reisende Aufnahme und wenn nötig ärztliche Hilfe und Pflege erhalten können.

**Hotchkiss-Kanone**, f. Schnellfeuergeschütze.

**Hotel**, f. Gasthof.

**Hoteltelegraphen**, f. Feuerchutz, Bd. 3, S. 768, und Haustelegraphen.

**Hotflue**, ein aus Ziegelfeinen gemauerter, kanalartiger, gewölbter Raum, der ein möglichst schnelles Trocknen des gepflasterten oder bedruckten Gewebes bei höherer Temperatur bezweckt.

Die Erwärmung der Luft in demselben geschieht entweder durch indirekten Dampf oder durch Feuerungs gas, die durch einen am Boden befindlichen, leicht geneigten und mit übergreifenden Eisenplatten abgedichteten Kanal in eine Esse strömen. Das durch einen Spalt in der Wandung in den Trockenraum eintretende Gewebe wird über Leitwalzen weitergeführt, kehrt, an seinem Ende angelangt, um und verläßt ihn getrocknet durch denselben Spalt, vor dem der Bewegungs- und Ablegemechanismus für das Gewebe angebracht ist. Besonders in der Kattundruckerei angewendet. *R. Möhlau.*

**Houari-Takelage**, auch Slidinggunter-Takelage genannt, f. Befegelung.

**Hourdis**, große Hohlsteine aus gebranntem Ton, welche zur Ueberdeckung zwischen eisernen Trägern benutzt werden; vgl. Decke, Bd. 2, S. 684.

**Hofische Gitterbrücken**, f. Brücken, hölzerne, Bd. 2, S. 343.

**HP** (horse-power), englische Abkürzung für Pferdestärke.

**Hub** (Kolbenhub) heißt der Weg, den der Kolben einer Dampfmaschine, Gasmachine, Pumpe, Gebläsemaschine u. f. w., kurz einer Hubmaschine (f. d.) von einer Zylinderseite bis zur andern zurücklegt.

Zur Hubbegrenzung dient die Hilfsrotation, und bei Anwendung der letzteren ist der Hub stets gleich dem doppelten Kurbelradius. Bei Maschinen ohne Hilfsrotation (direkt wirkende Dampfmaschinen nach amerikanischem System, z. B. Worthington-Pumpen) dient dem gleichen Zwecke ein Dampfpolster, d. h. eine bestimmte, gegen Ende des Hubes auf jeder Zylinderseite eingeschlossene Menge des Auspuffdampfes, die komprimiert wird und bei wachsendem Druck den Stillstand des Kolbens bewirkt. Aus dem Hube  $h$  in Metern und der minutlichen Tourenzahl  $n$  einer Maschine berechnet sich nach der Formel  $c = h \cdot n : 30$  die mittlere Kolbengeschwindigkeit in Metern in der Sekunde. *v. Thering.*

**Hubbegrenzung**, automatische, für Aufzüge; selbsttätig wirkender Mechanismus zur Umsteuerung des Wasserzuflusses bei hydraulischen oder des Dampfzuflusses bei Dampf aufzügen, oder zur Ausrückung der Transmissionen bei Transmissionsaufzügen, oder endlich zur Stromumschaltung oder -unterbrechung bei elektrischen Aufzügen, der zur Wirkung kommt, sobald der Aufzug seine höchste Lage überschreitet; f. Aufzüge. *v. Thering.*

**Hubbrücken**, f. Brücken, bewegliche.

**Huber-Preßverfahren**, ein von Huber angegebenes Hohlpreß-(Hohlpräg-, Stanz-)verfahren mittels hohen Wasserdrucks. Näheres f. Prägen.

**Hubmaschinen**, im Gegensatz zu rotierenden Maschinen solche, bei denen durch Hin- und Herbewegung eines Kolbens entweder (bei Kraftmaschinen) Arbeit gewonnen wird oder (bei Arbeitsmaschinen, wie Pumpen, Gebläsen u. f. w.) Arbeit an die zu bewegende Flüssigkeit (Wasser, Luft oder andre gasförmige Körper) abgegeben wird. Dieselben werden auch Kolben- oder Zylindermaschinen genannt. *v. Thering.*

**Hubzähler**, f. Geschwindigkeitsmesser.

**Hubzylinder**, der Arbeitszylinder bei hydraulischen, pneumatischen und Dampf aufzügen; f. Aufzüge.

**Huckaback** (engl.), abgekürzt Huck, f. v. w. gemustertes Gerstenkornleinen, d. i. grobfädiges Leinengewebe mit kleinkörnigem Muster, besonders für Handtücher beliebt.

**Hügel**, f. Berg.

**Hühnerfalle**, f. Federviehfalle.

**Hülbe**, f. Feuerfchutz, Bd. 3, S. 788.

**Hülff . . .**, f. Hilf . . .

**Hüllkurve**, f. Enveloppen.

**Hülfsmaschine**, f. Zündwaren.

**Hürde**, Ausdruck für die bei der Deichverteidigung verwendeten Fleeken (f. Deichverteidigung). Vgl. a. Schafffalle.

**Hüfing**, eine aus drei Garnen zusammengedrehte Leine, welche für Bändfel oder zum Kleiden von Tauwerk benutzt wird.

**Hütte**, 1. ein kleines, niedriges Haus, das nur auf kurze Zeit meist aus Holz, Stroh, Rohr, Zweigen u. dergl. errichtet ist; 2. ein einzeln stehendes, zu bestimmten Gewerbszwecken dienendes Gebäude (Hüttenwerk), wie Glashütte, Schmelz-, Pech-, Ziegelhütte u. f. w.

*Weinbrenner.*

**Hütte** eines Schiffes, ein Aufbau auf dem Oberdeck.

Steht derselbe im Vortschiff, so reicht er nicht von Bord zu Bord des Schiffes und umfaßt dann meist das Volkslogis — Mannschaftsraum — und die Kombüse. Am Heck gelegen, reicht die Hütte, auch Poop genannt, von Bord zu Bord und ist meist als Kajüte eingerichtet. *T. Schwarz.*

**Hüttenglas**, in der Masse gefärbtes Tafelglas.

**Hüttenrauch**, aus metallurgischen Oefen abgehende Gase, welche dampf- und staubförmige Metalle und Metallverbindungen mit sich führen.

**Hüttenwerke** (Transport- und Lageranlagen auf Hüttenwerken). Das wirtschaftlich wichtigste Gebiet, das bei der Bewegung und Lagerung von Rohstoffen überhaupt in Betracht kommt, liegt im Bergbau- und Hüttenwesen (Hüttenrohstoffe: Erze, Brennstoffe, Kalksteine, Erden, Schlacken u. f. w.). Die Weltlage verlangt eine zunehmende Bewertung des Zeitfaktors; das beweist am besten das nicht zu leugnende, auf allen Gebieten der Industrie in den letzten Jahren das Erwerbsleben scharf kennzeichnende Hindrängen auf Schnell- und Massenbetriebe bei größtmöglicher Ersparnis an Zeit und Arbeitsmitteln, und diese Tatsache bedingt in erster Linie die Ausschaltung des Menschen als Kraftmaschine, insbesondere an den Stellen, wo auch hygienische Rücksichten die gleichen Forderungen stellen.

Da im übrigen auf den Hüttenwerken, wie bei den Gasfabriken (f. d.), fast alle unter „Maffentransport“ aufgeführten Förder- und Lagermittel Anwendung finden, so ist hier auf dieses Stichwort wie auf alle darunter aufgeführten Begriffe hingewiesen. Hervorgehoben sei aus der einschlägigen (sehr umfangreichen)

Literatur: Frahm, „Stahl und Eifen“ 1898, S. 175; 1900, S. 513; 1903, S. 1038; Buhle, Glasers Ann. 1898, II, S. 41 ff.; Sahlin, Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 760 ff.; Schrödter, „Stahl und Eifen“ 1900, S. 3 ff.; Buhle, Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 509; Lührmann, „Stahl und Eifen“ 1900, S. 564; Aumund, ebend. 1900, S. 825 ff.; Johnston, ebend. 1901, S. 14 ff.; Langheinrich, ebend. 1901, S. 953 ff.; Haedicke, ebend. 1901, S. 975 ff.; Rafsch, Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1525 ff.; v. Hanffstengel, Dingers Polyt. Journ. 1902, S. 245; 1906, S. 273, und Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1345; Stephan, Gewerbefleiß 1902, S. 277 ff.; Kotzschmar, ebend. 1903, S. 191 ff.; Brennecke, „Stahl und Eifen“ 1904, S. 1113 ff.; Althaus, „Glückauf“ 1904, S. 1209 ff.; Johannsen, „Stahl und Eifen“ 1905, S. 15 ff.; Kirdorf, Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 94 ff.; Ofann, „Stahl und Eifen“ 1905, S. 1281 ff.; Simmersbach, ebend. 1906, S. 262 ff.; Dieterich, ebend. 1906, S. 380 ff.; Buhle, ebend. 1906, S. 641 ff.; ferner: Wedding, H., Ausführliches Handbuch der Eifenhüttenkunde, Bd. 3, S. 663 ff.; Vogel, Jahrbuch für das Eifenhüttenwesen; Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maffengütern), Bd. 3, S. 6, 57, 93, 148, 169, 214 ff. und 241 ff.; Zeitschriftenschau der Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing., „Bergbau“, „Eifenhüttenwesen“, „Lade- und Lagervorrichtungen“, „Seil- und Kettenbahnen“.

*M. Buhle.*

**Huftabeifen**, eine gute Handelseifenforte mit rund 3500 kg/qcm Zugfestigkeit und 12% Dehnung.

**Hughes-Apparat**, ein Typendrucktelegraph; f. Telegraphie.

**Hughes Mikrophon**, f. Telephonie.

**Huile simili**, f. Firnisersatz.

**Hulk**, der Rumpf eines abgetakelten Schiffes, welcher bei aus den Schiffslisten gestrichenen Schiffen für Hafenzwecke verwendet wird, zum Stauen von Kohlen — Kohlenhulk —, als Kaferne für Marinefoldaten — Kafernenhulk.

**Humboldtischer Kompressor**, f. Luftkompressor.

**Humus** ist jene dunkle in fortwährender Verwesung begriffene organische, namentlich pflanzliche Substanz, die keine organische Struktur mehr zeigt. In

chemischer Hinsicht besteht der Humus aus oxydierbaren Kohlenstoffverbindungen (durchschnittlich 58% Kohlenstoff); jedoch sind dieselben so unbeständig und verschiedenartig zusammengesetzt, daß eine chemische Formel nicht gegeben werden kann. Bei der Zersetzung der Kohlenstoffverbindungen geht mehr Wasser als Kohlenstoff verloren, weshalb der Humus mehr oder weniger dunkel gefärbt erscheint.

Nach Mulder (Chemie der Ackerkrume, deutsch von Grimm, Leipzig 1882, S. 245) sind es drei in chemischer Hinsicht noch nicht genau charakterisierte Stoffe, welche dem Humus die dunkle Färbung geben, namentlich Ulmin, Humin und Gein. Alle drei Verbindungen sind stickstoffhaltig und können unter gewissen Bedingungen in Humusäure übergehen, von denen nur Huminäure auch bezüglich ihrer chemischen Zusammensetzung bekannt ist. Nach Detmer besteht sie aus  $C_{60}H_{64}O_{27}$  (Landw. Versuchsstation, Bd. 14, S. 248, und Bd. 18, S. 468). Durch weitere Oxydation der Humusäuren entwickeln sich sehr starke, sauerstoffreiche Säuren, die Apokrensäure oder Quellsäure und die Krensäure oder Quellsäure, welche in hohem Grade die Fähigkeit haben, mineralische Bodenbestandteile löslich zu machen, und sich unter Zutritt von Sauerstoff leicht zersetzen, d. h. in Kohlenäure und Wasser zerfallen. Hierdurch erklärt sich die verhältnismäßig rasche und günstige Wirkung der Phosphorsäure des Thomaschlackens in humusreichen Bodenarten. Landwirtschaftlich unterscheidet man dreierlei Arten von Humus: 1. Milden oder süßen Humus; derselbe entsteht durch Zersetzung der säurearmen organischen Substanz bei reichlichem Luftzutritt und ist für die physikalische Verbesserung der Bodenarten der beste Dünger. 2. Saurer Humus entsteht bei der Zersetzung organischer Substanzen bei nicht hinreichendem Luftzutritt, z. B. in dichten, wasserhaltenden Bodenarten oder auf Wiesen, die stark mit Moos behaftet sind; diese Säuren lassen sich durch das Aufführen von gelöschtem Kalk leicht neutralisieren. Man verwendet in Zeiträumen von 6 zu 6 Jahren 15–25 Kilozentner auf 1 ha. 3. Adstringierender Humus entsteht durch Zersetzung gerbfäurereicher, harzhaltiger Pflanzenstoffe (Heidekraut, Eichenrinde u. f. w.) bei ganz unzureichendem Luftzutritt. Dieser Humus ist dem Pflanzenwuchs geradezu schädlich und läßt sich nur durch jahrelange intensive Bodenbearbeitung, Kalkdüngung u. f. w. in einen milden Humus verwandeln.

Der Humus als solcher ist keine Pflanzennahrung, sondern nur seine Zersetzungsprodukte; dagegen trägt derselbe, wenn er in nicht zu großen Mengen im Boden vorhanden ist, sehr zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften bei und ist in dieser Hinsicht für die dauernde Erhaltung der Fruchtbarkeit unentbehrlich. Der Humusgehalt eines Bodens wird dadurch festgestellt, daß eine gewisse Menge lufttrockenen Bodens abgewogen und dann durchgeglüht wird. Der entfallene Gewichtsverlust ist Humus.

Literatur: Heiden, Düngerlehre, 2. Aufl., Berlin 1886, Bd. 2, S. 115; Wolff, E. v., Anleitung zur chemischen Untersuchung, 3. Aufl., ebend. 1875, S. 40; Wollny, Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildung, Heidelberg 1897.

**Hund** (Wendehaken), Bestandteil des Jacquardgetriebes, dient zum Schalten des Prismas (s. Weberei).

**Hund**, im Bergbau ein Wagen bestehend aus einem länglichen, oben offenen Kasten, welcher auf zwei Achsen mit vier Rädern ruht (s. Streckenförderung).

**Hundebeförderung**, s. Eisenbahnverkehr, -wagen.

**Hundehaare** (Hundeweiß), die markhaltigen Grannen- und steifen Stichelhaare unter der als Merino oder Edelwolle bezeichneten Schafwolle, die den Wert der Ware verringern. Merino soll nur aus marklosen Wollhaaren bestehen.

**Hundestall**, Unterkunftsraum des Hundes.

Bei einem Hund genügt eine Hundehütte aus Holz, 1–1,5 m lang, 0,6–0,9 m breit und 1 m hoch, bei welcher der Boden aus Eichenholz um 12 cm über dem äußeren Boden erhöht ist. Für mehrere Hunde ist eine Reihe von niederen Gelassen anzuordnen, welche von einem Gang aus zugänglich, durch Zwischenwände aus Holz oder Backstein getrennt und mit einem ins Gefäll gelegten, erhöhten Boden einzurichten sind. Die Türe ist mit einem 30 × 35 cm großen Loche zu versehen, so daß nur ein Hund zum Durchschlüpfen kann. Die Gelasse sind mit vergitterten Fenstern zu erhellen und zu lüften. Die großen Hundeställe oder Zwinger für ganze Meuten von 50–60 Hunden erhalten außerdem Wohnungen für Wärter und Jagdknechte (Piqueure); sie sind mit einem hoch umgrenzten Hof, in welchem fließendes Wasser zum Tränken und Baden vorhanden, in Verbindung zu bringen.

*Weinbrenner.*

**Hundredweight**, abgekürzt Cwt, Gewicht, in England = 112 engl. Pfund = 50,8024 kg. In den Vereinigten Staaten, in Kanada und Jamaika benutzt man statt des Cwt das Cental (s. d.) zu 45,359 kg.

**Hundspünt**, die mit einem Auge versehene Verjüngung des Tamps einer Troffe, um das Durchschieben derselben durch Blöcke zu erleichtern.

**Hundstößer**, ein gewöhnlich jugendlicher Arbeiter, welcher im Bergbau die Beförderung der in den Hunden (s. d.) verladenen Mineralien zu besorgen hat.

**Hungerbrunnen**, s. Quelle.

**Hungerige** (gezwungene) Ware, s. Wirkerei.

**Hungerstein**, s. Salz.

**Hunsrückschiefer**, dunkelgraue, sehr feinkörnige und gleichmäßige, meist

dünn und transversal geschieferte Tonstiefer, welche eine sehr mächtige Schichtenreihe über dem Taunusquarzit im Unterdevon des rheinischen Schiefergebirges, also im Hunsrück und am Nordabhang des Taunus, ausmachen.

Die Stiefer sind meist seidenglänzend und phyllitisch, führen zuweilen etwas Schwefelkies, sind kalkarm bis -frei, werden im dünn- und ebenschiefri gen Zustand bei leichter Spaltung als Dachstiefer verwendet und in zahlreichen Gruben von der unteren Saar an über den Rhein (Caub) bis ins Nassauische abgebaut. Bei dem Mangel andern Baumaterials werden die dickschiefri gen Lagen auch vielfach zur Herstellung von rauhem Mauerwerk verwendet, in welchem sie der Verwitterung außerordentlich lang widerstehen. Ein Behauen ist der starken Stieferung wegen nicht möglich. Ihre Verwitterungsprodukte sind lehmiger und kalkreicher Art und geben in stärkerer Mächtigkeit einen ziemlich schweren Ackerboden. Die Wasserfassung ist trotz der vielen Stieferrisse und Klüftchen sehr minimal, daher sind Quellen selten und Hochwasserschäden häufig.

*Leppia.*

**Huntprozeß**, der Kupfergewinnung, f. unter Kupfer.

**Hurrikandeck**, ein leichtes Schiffsdeck über den Aufbauten des Oberdecks. Auf den Passagierdampfern dient es als Promenadendeck.

**Hut**, 1. Baldachin (f. d.). — 2. Haube oder Kappe = oberste Bedeckung eines Mauerkörpers, z. B. einer Einfriedigungsmauer; auch oberste schützende Endigung eines Schornsteins (Schornsteinaufsatz). — 3. Oberteil eines gebrochenen Daches.

*Weinbrenner.*

**Hut**, eiserner, f. Gang.

**Hutmann**, f. Grubenbetrieb.

**Huyghensches Prinzip**, f. Wellenbewegung.

**Hyalit**, f. Opal.

**Hyalitglas** (Lavaglas), dunkle, durch Schmelzen von Eisenschlacken, Basalt oder Lava mit 2% Kohlenpulver und 5—6% Knochenasche erhaltene Glasmasse, aus der Flaschen zur Aufbewahrung lichtempfindlicher Substanzen, auch Luxusgegenstände hergestellt werden.

**Hyalochromien**, die fabrikmäßig zumeist durch Uebertragung von mit Schmelzfarben hergestellten Abziehbildern (f. d.) auf Glas und nachfolgendem Einbrennen erzeugten Fensterbilder; vgl. Diaphanien und Keramischer Druck.

**Hyalographie**, von Bromeis in Hanau und Böttcher in Frankfurt angeblich erfundenes und von Piil in Wien verbessertes Radier- und Aetzverfahren auf Glasplatten für Dekorierungszwecke und zur Herstellung außerordentlich scharfer Originaldruckplatten (zumeist Tiefdruckformen).

In einem z. B. aus 1 Teil Spermacet und 2 Teilen syrischem Asphalt auf die Glasplatte aufgetragenen Aetzgrund wird die Zeichnung mit einer Nadel scharf derart eingeritzt, daß das Glas an diesen Stellen völlig vom Deckgrunde entblößt wird, worauf man mittels Flußsäure ätzt. — Auf diese Weise erzeugte Druckplatten können wohl auch direkt benutzt werden, besser ist es jedoch, sie galvanoplastisch abzuformen (vgl. Hyalotypie).

Literatur: Piil, C., Versuche in der Hyalographie, Wien 1853.

*A. W. Unger.*

**Hyalomelan**, f. Gläser, natürliche.

**Hyalofiderit**, f. v. w. Olivin (f. d.).

**Hyalotypie** (Glasdruck), von Hann in Warschau (1829) angegebenes Verfahren zur Erzeugung von Glashoch- und -tiefätzungen für den Buch- und Kupferdruck (vgl. Hyalographie).

Winterhoff in Köln arbeitete (1890) eine ähnliche Methode für lithographische und Buchdruckzwecke aus. Als Hyalotypie wurden auch Prozesse bezeichnet, bei welchen ein zum Kopieren auf lichtempfindliche Stoffe geeignetes Negativ dadurch erhalten wird, daß man in eine auf Glasplatten aufgetragene undurchsichtige Schicht die Zeichnung derart einritz, daß die Platte an diesen Stellen wieder transparent wird. Derartige Glasradierverfahren werden neuerdings wieder mehrfach benutzt. Oder man bemalt die Glasfläche, um das Aussehen einer getuschten Zeichnung zu erzielen, mit verschieden konsistenter Bleiweißfarbe.

Literatur: Netto, Fr. A. W., Die Glasdruckkunst oder Hyalotypie, Quedlinburg 1840; Kampmann, Titel u. Namen der verschiedenen Reproduktionsverfahren, Wien 1891. *A. W. Unger.*

**Hyalurgie**, Glasbereitung, f. Glas.

**Hyazinth**, f. Riechstoffe, künstliche, und Zirkon.

**Hydracellulose**, ein Produkt der Hydratation der Cellulose, dem nach Bumcke und Wolfenstein [1] die Formel  $6C_6H_{10}O_5 + H_2O$  zukommt.

Hydracellulose bildet sich bei der Behandlung der Cellulose mit mäßig starken Oxydationsmitteln und läßt sich insbesondere durch langandauernde Einwirkung von verdünntem Wasserstoffsuperoxyd auf zerkleinertes Filtrierpapier bei gewöhnlicher Temperatur erhalten. Im reinen Zustand stellt sie eine weiße, pulverförmig zerfallene Masse dar, die Fehling'sche Lösung in der Wärme reduziert, sich mit Phenylhydrazin vereinigt und durch Natronlauge in Cellulose

und Acidcellulose (f. Hydrocellulose) gespalten wird. Sehr wahrscheinlich ist auch die Veränderung, welche die Baumwolle durch starke Chlorkalklösung erleidet, auf die Bildung von Hydracellulose zurückzuführen.

Literatur: [1] Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft, Bd. 32, 2493. Häußermann.

**Hydranten** (Wasserpfosten, Feuerhähne), Vorrichtungen, um aus Druckwasserleitungen Wasser zum Begießen der Straßen und Gärten (f. Gartenhydranten) sowie für die Zwecke der Feuerlöschung zu entnehmen; sie werden in den Straßen und auf den öffentlichen Plätzen, wie auch im Innern der Häuser, in Höfen und Wohnungen angebracht.

Die Straßenhydranten stehen in unmittelbarer Verbindung mit dem Wasserleitungsrohrnetz und werden entweder direkt über dem Straßenrohr oder besser feitlich unter dem Trottoir aufgestellt und in letzterem Falle durch Zweigleitung verbunden. Die hauptsächlich in Württemberg übliche Unterbringung der Hydranten in zugänglichen gemauerten Schächten findet anderwärts selten statt; bei den meisten Wasserleitungen werden die Hydranten unter dem Straßenniveau in das Erdreich gefellt und mit einer gußeisernen Straßenkappe überdeckt, in

welcher die Anschlußteile für Standrohre oder Schläuche zugänglich und für den Gebrauch bereit liegen (Unterflurhydranten). Der Umstand, daß die Straßenkappen im Winter sich mit Schnee und Eis bedecken und dann schwer zu öffnen, auch bei Nacht nicht immer leicht zu finden sind, hat in neuerer Zeit Veranlassung gegeben zur Konstruktion der sogenannten Ueberflurhydranten (f. d.), bei welchen die Anschlüsse stets sicher zur Hand an einem über der Straßenhöhe stehenden gußeisernen Ständer angebracht sind. Ein Haupterfordernis für alle Straßenhydranten ist Frostfreiheit; es müssen deshalb Vorrichtungen angebracht werden, durch welche der Hydrantenkörper nach Gebrauch bis zur frostfreien Tiefe (ca. 1 m unter der Oberfläche) entleert werden kann. Die Entleerung findet entweder durch jedesmalige Handhabung eines Entleerungsventils statt oder auch selbsttätig beim Abschluß des Hauptventils. Manche Hydranten sind auch so eingerichtet, daß man durch eine besondere verschließbare Oeffnung den Saugschlauch einer kleinen Handpumpe einführen kann, wonach man den Wasserinhalt herauspumpt.

Fig. 1 zeigt einen Hydranten mit nicht-selbsttätiger Entleerung; das Entleerungsventil wird mittels einer Zugstange in die Höhe gezogen. Fig. 2 zeigt einen Hydranten mit selbsttätiger Entleerung. Hier trägt das Haupt-

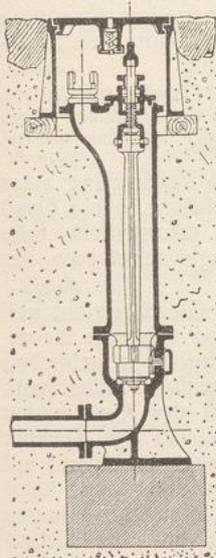


Fig. 2.

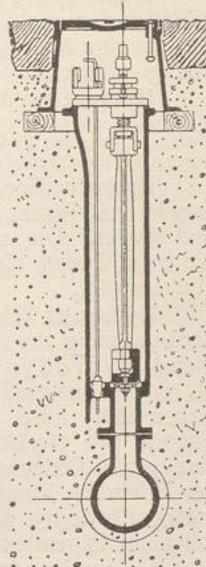


Fig. 1.

ventil feitlich einen kleinen Schieber, der eine in der Wandung des Gehäuses angebrachte Oeffnung verschließt, und zwar durch den Wasserdruck selbst, der einen im Schieber vorhandenen Leder- oder Metallstreifen gegen die Oeffnung andrückt, wenn das Ventil sich in gehobenem Zustand befindet. Mit dem Niedergehen des Hauptventils kommt der Schieber unter die Entleerungsöffnung herunter und diese wird frei, so daß das Wasser aus dem Steigrohr des Hydranten ausströmt. In jedem Falle muß dafür gesorgt werden, daß das austretende Wasser abfließen kann; bei undurchlässigem Boden sind daher Ableitungen nach Kanälen oder tiefliegenden Gruben herzustellen. Die Hydranten,

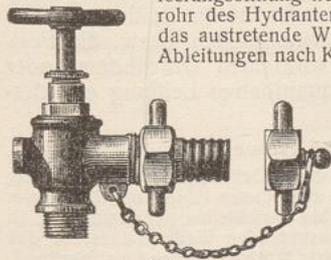


Fig. 3.

welche in die Erde eingelassen werden, müssen so eingerichtet sein, daß man sie reparieren kann, ohne aufgraben zu müssen. Mit Ausnahme des Karlsruher [1] und des v. Rollfchen Hydranten (D.R.P. Nr. 12507) lassen die Selbstschlußhydranten in der Zwischenstellung, d. h. unmittelbar nach dem Öffnen oder vor dem Schließen des Ventils, Wasser unter Druck entweichen. Injektorhydranten werden durch eine besondere Hochdruckleitung in ihrem Wasserergebnis verstärkt [3], [4]. Eine große Zahl von Unterflurhydranten sind durch Zeichnungen und Beschreibungen in [1] und [2] erläutert. Die verschiedenen übrigen Systeme u. f. w. erlieht man am besten aus den Patentschriften D.R.P. Nr. 3727, 4040, 4501, 4962, 5083, 7520, 7874, 8618, 9609, 10674, 12507, 14266, 16799, 22007, 24514, 25156, 25159, 25160, 27761, 28472, 31861, 32056, 34039, 35358, 35359, 35726, 35932, 36349, 39160, 43663, 44325, 50471, 57728, 60068, 61186, 64606, 66503, 67740, 75179, worauf wir verweisen.

Die Straßenhydranten erhalten in der Regel 65 oder 80 mm Ventilweite, in Privatgrundstücken auch 50 oder 40 mm. Die größten Hydranten haben 100 mm Ventilweite. Zur Ent-

nahme des Waffers dienen meistens Standrohre, welche mittels Bajonettverschluß aufgeschraubt werden und welche oben eine oder zwei Verschraubungen für den Schlauchanschluß tragen (Bd. 3, S. 790). Direkter Schlauchanschluß an die unterirdisch angebauten Hydranten kommt wenig vor und ist unzweckmäßig. Schlauchverschraubungen, Aufsatzröhren u. f. w. f. Bd. 3, S. 778 und 790.

Die Hydranten im Inneren der Gebäude und Wohnungen sind zum Teil Auslaufhähne mit Schlauchverschraubung, meistens aber Eckhähne nach Fig. 3. Die Verschlußkappe dient zur Sicherung des Gewindes bei abgenommenem Schlauch; solche Hydranten werden in den Korridoren, Treppenhäusern, Speiseräumen u. f. w. angebracht.

Ueber die Bedienung der Hydranten und Feuerhähne f. Bd. 3, S. 789.

Literatur: [1] Hydranten für Straßen, Höfe und Gärten (Zusammenstellung mit Zeichnungen von Unterflurhydranten), Journ. f. Gasbel. u. Wafferverf. 1873, S. 153 ff. — [2] Blum, in den Verhandlungen des Ver. f. Bef. d. Gewerbe. in Preußen 1877 (ebenfalls Zusammenstellung der Systeme von Unterflurhydranten). — [3] Grahn, Londoner Hydranten (Injektorhydranten), Journ. f. Gasbel. u. Wafferverf. 1879, S. 664. — [4] Berthot, P., *Traité de l'élevation des eaux*, Paris 1893, S. 347. Blecken.

**Hydrantenschachtdeckelschlüssel, -steg**, f. Feuerchutz, Bd. 3, S. 789.

**Hydrargillit**, Mineral, Tonerdehydrat  $Al_2O_3 \cdot H_2O$  (65,5%  $Al_2O_3$ , 34,5%  $H_2O$ ), kristallisiert monoklin in sechsseitigen Tafeln, meist jedoch kugelige, schuppige und faserige Aggregate. Farblos, weiß bis hellgrün, -blau oder -rot; perlmutter- und glasglänzend; durchscheinend; Härte 2,5; spez. Gew. 2,34. Leppla.

**Hydrate** (Hydroxyde), Verbindungen von Oxydulen und Oxyden mit Wasser.

Man kann sie auffassen als Substitute der Oxyde, in denen die Sauerstoffatome durch Hydroxyl vertreten sind. Je nachdem sich die Hydrate von Oxyden oder Oxydulen ableiten, werden sie als Oxydhydrat bzw. Oxydulhydrat bezeichnet. Bujard.

**Hydratwasser**. Die meisten Hydrate können sich durch Vereinigung eines Oxydes mit Wasser bilden, sie zerfallen auch meist beim Erhitzen in ein Oxyd und Wasser. Die zur Bildung eines Hydrates aus Oxyden erforderliche oder die beim Zerfall eines Hydrates sich abspaltende Wassermenge nennt man das Hydratwasser. Bujard.

**Hydraulik** (Hydromechanik), die Lehre von dem Gleichgewicht und der Bewegung der Flüssigkeiten, speziell des Waffers. Während die (rein theoretische) Hydrodynamik (f. d.) für die Praxis ziemlich unfruchtbar geblieben ist, da die Integration der Grundgleichungen sich nur in wenigen Fällen vollziehen läßt, stützt sich die Hydraulik auf eine Kombination der sogenannten Theorie mit physikalischen Beobachtungen. Sie hat deshalb in der Technik eine große Bedeutung, soweit die von ihr gelieferten Formeln annähernd mit der Erfahrung stimmen und so gestaltet sind, daß ihre Verwendung ohne übermäßig schwierige Rechnungen möglich wird. Diese einfachsten Beziehungen sollen im folgenden vorgeführt werden; wer die zahlreichen sonstigen „theoretischen“ Auseinandersetzungen wohlgeordnet übersehen will, den verweisen wir zunächst auf [1] und die weiter im Text angegebene Literatur. Die Hauptaufgaben der Hydraulik erstrecken sich auf den Ausfluß des Waffers aus Gefäßen, den freien Ueberfall des Waffers über Wehre, die Bewegung des Waffers in Flüssen, Kanälen und Röhren und die Bewegung des Grundwassers. In allen diesen Fällen handelt es sich entweder um die Ermittlung von Geschwindigkeiten bzw. Wassermengen unter gegebenen Verhältnissen oder um die Bestimmung der für die Erzeugung und Erhaltung gewisser Geschwindigkeiten bzw. die Fortbewegung gegebener Wassermengen erforderlichen wirklichen Druckhöhen oder endlich um die Festsetzung der für eine gewisse quantitative Leistung erforderlichen Wasserquerschnitte.

I. Die mit der Zeit unveränderliche stationäre Bewegung des Waffers.

1. Der **Ausfluß des Waffers aus Gefäßen** erfolgt teils durch Oeffnungen in dünner Wand, teils durch Ansatzröhren aus untergetauchten Oeffnungen. In allen diesen Fällen sind die Bahnen der einzelnen Wafferteilchen gegen die Ausflußmündung  $A$  hin verschieden gekrümmt (Fig. 1), und dies verursacht eine Einschnürung (Kontraktion) des austretenden Wasserstrahles, so daß zwischen dem Mündungsquerschnitte  $A$  und dem in unmittelbarer Nähe folgenden Querschnitte  $F$ , in welchem die Wasserfäden annähernd parallel laufen, die Beziehung besteht:

$$F: A = \alpha. \quad 1.$$

Der Wert von  $\alpha < 1$  heißt der Kontraktionskoeffizient. Sind, wie fernerhin durchweg angenommen werden soll, die Pressungen  $p_0$  über dem Spiegel des Gefäßes und gegen die Ausflußöffnungen gleich (in der Regel kommt hier nur die atmosphärische Pressung in Betracht), so wird die wirkliche Druckhöhe  $H$  mit der Fallhöhe identisch. Die den Widerständen entsprechende Druckhöhe  $B$  pflegt man zu setzen:  $B = \xi \cdot \frac{v^2}{2g}$ ; außerdem ist die Geschwindigkeit

von  $v_0$  auf  $v$  abzuändern, was einer Druckhöhe von  $\frac{v^2 - v_0^2}{2g}$  entspricht. Man hat also  $H = B + \frac{v^2 - v_0^2}{2g} = \frac{v^2(1 + \xi) - v_0^2}{2g}$ . Aus dieser Gleichung folgt:

$$v = \sqrt{\frac{v_0^2 + 2gH}{1 + \xi}} = \varphi \sqrt{v_0^2 + 2gH}. \quad 2.$$

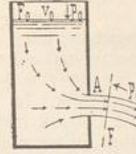


Fig. 1.

Den Koeffizienten  $\varphi < 1$ , der den Reibungswiderständen entspricht, pflegt man den Geschwindigkeitskoeffizienten zu nennen. Das Produkt  $\mu \varphi = \mu$  nennt man den Ausflußkoeffizienten. Ist bei freiem Auslauf aus beliebig gestalteten Oeffnungen in dünner Wand (Fig. 2)  $dH$  die Höhe,  $b \cdot dH$  der Querschnitt eines Elementes und die Geschwindigkeit  $v_0$  klein genug, daß ihr Quadrat gegenüber  $2gH$  vernachlässigt werden kann, so fließt durch dieses Element die Wassermenge  $dQ = \mu b \cdot dH \sqrt{2gH}$  und durch den ganzen Querschnitt:

$$Q = \mu \int_{H_1}^{H_2} b \cdot dH \sqrt{2gH}. \quad 3.$$

Sobald der Ausflußquerschnitt  $A$  in größerer Tiefe unter dem Spiegel des Gefäßes liegt und relativ klein ist, kann eine konstante mittlere Geschwindigkeit in demselben angenommen werden. Ist dann  $H$  der Abstand des Schwerpunktes von  $A$  unter dem Spiegel, so ergibt sich:

$$Q = \mu A \sqrt{2gH}, \quad 4.$$

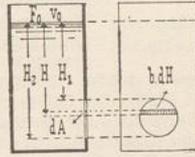


Fig. 2.

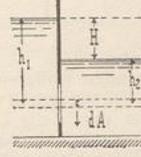
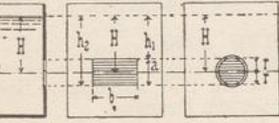
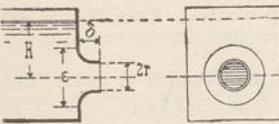
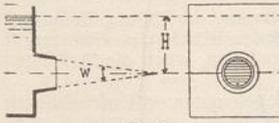
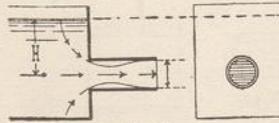
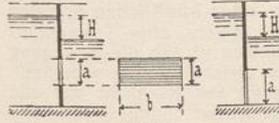


Fig. 3.

mit welcher Formel meistens gerechnet wird. Erfolgt der Auslauf durch kurze Ansatzröhren, so gelten dieselben Formeln; doch wird der Wert von  $\mu$  um so größer, je mehr die Form des Ansatzrohres durch Abrundung die Kontraktion des Strahles verhindert (vgl. a. Zierbrunnen). — Beim Auslaufe unter Wasser steht ein beliebig gestaltetes Element  $dA$  der Ausflußöffnung vom Oberwasser aus unter einer Druckhöhe  $h_1$ , vom Unterwasser unter einer solchen  $h_2$  (Fig. 3). Mithin ist in allen Teilen des Querschnittes die wirkliche Druckhöhe  $h_1 - h_2 = H$  = der Spiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser. Auch hier gilt die Formel 4., sofern daselbst  $H = h_1 - h_2$  gesetzt wird.

In der nachstehenden Tabelle haben wir für verschieden gestaltete Auslauföffnungen die Werte der entsprechenden Koeffizienten beigeetzt. Im allgemeinen sind die Formeln nur für kleinere Oeffnungen, die keine einpringenden Winkel zeigen, brauchbar.

Figur	A	F	v	Q	Bemerkungen
 Fig. 4.	$b(h_2 - h_1)$	$0,62 A$	$\sqrt{2gH}$	$0,62 A \sqrt{2gH}$	$\mu = 0,62$ als Mittelwert; veränderlich zwischen $0,57$ und $0,70$
$\pi$	$0,62 A$	$\sqrt{2gH}$	$0,62 A \sqrt{2gH}$		
 Fig. 5.	$\pi r^2$	$0,97 A$	$\sqrt{2gH}$	$0,97 A \sqrt{2gH}$	$\mu = 0,97$ als Mittelwert; schwankt zwischen $0,95$ und $0,99$ $\varepsilon = 4r$ , $\delta = 1,5 \cdot r$
$\pi r^2$	$0,97 A$	$\sqrt{2gH}$	$0,97 A \sqrt{2gH}$		
 Fig. 6.	$\pi r^2$	$0,99 A$	$0,95 \sqrt{2gH}$	$0,94 A \sqrt{2gH}$	Winkel $w$ an der Spitze des Kegels $12$ Grad
$\pi r^2$	$0,99 A$	$0,95 \sqrt{2gH}$	$0,94 A \sqrt{2gH}$		
 Fig. 7.	$\pi r^2$	$1,00 A$	$0,82 \sqrt{2gH}$	$0,82 A \sqrt{2gH}$	Druckverlust im Ansatzrohr ungefähr $0,33 H$
$\pi r^2$	$1,00 A$	$0,82 \sqrt{2gH}$	$0,82 A \sqrt{2gH}$		
 Fig. 8.	$ba$	$0,62 ba$	$\sqrt{2gH}$	$0,62 A \sqrt{2gH}$	$\mu = 0,62$ als Mittelwert

Die neuere Literatur über den Ausfluß des Waffers aus Gefäßen ist in [1], 8, S. 396, angegeben; auch findet man dort die Behandlung verschiedener anderer hierher gehöriger Probleme, worauf wir verweisen.

2. Der freie Ueberfall des Waffers über Wehre bildet ein sehr wichtiges Kapitel der Hydraulik. Im allgemeinen werden Ueberfallwehre und Grundwehre (f. d.) unterschieden. Die ersteren haben insbesondere für Waffermessungen (f. d.) hervorragende Bedeutung erlangt. Eine vollständige Kontraktion des Strahles findet bei diesen Wehren nicht statt; man unterscheidet solche, bei denen Kontraktion an der Ueberfallschwelle und an den Seiten stattfindet (Poncelet-Ueberfall), und solche, die keine Seitenkontraktion aufweisen (Castelfche Wehre). Besonders die letzteren gestatten die relativ genaueste Bestimmung der überfallenden Waffermengen. Die theoretische Grundlage für Berechnung der über ein Ueberfallwehr strömenden Waffermenge ist wieder Gleichung 3. Es wird jedoch angenommen, daß entsprechend der Geschwindigkeit des Waffers im Oberkanal am Spiegel in O (Fig. 9) eine Druckhöhe  $s$ , in S d. h. in der durch die Ueberfallschwelle gelegten Horizontalebene ein durch die Ueberfallschwelle gelegten Geschwindigkeit und der Konstruktion des Wehres abhängige Druckhöhe  $s_1$  vorhanden sei. Zwischen beiden Stellen O und S ist die eigentliche, auf die Ausflußöffnung  $bh$  wirkfame Druckhöhe  $H$  gleichmäßig zunehmend, d. h. es wird  $H = s + (s_1 - s)x/h$  (Fig. 9a); dementsprechend hat man nach Formel 6. für die Ausflußmenge mit konstanter Wehrbreite  $b$ :

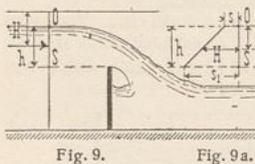


Fig. 9.

Fig. 9a.

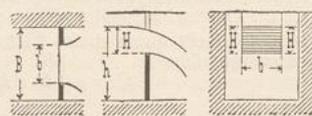


Fig. 10.

Die den verschiedenen Verhältnissen entsprechenden Werte von  $s_1$ ,  $s$  und  $\mu$  wollen in den Art. Grundwehr und Ueberfallwehr sowie in [2], S. 26 ff. nachgesehen werden. Die Höhe  $h$  ist etwa 1,5–2 m rückwärts von der Ueberfallschwelle vom ungeneknten Spiegel aus zu ermitteln. Für Poncelet-Ueberfälle (Fig. 10) von der Breite  $b$  liefert Formel 3. nach Integration mit konstantem  $b$  und den Grenzen  $H=0$  und  $H=H$ :

$$Q = \mu b \sqrt{2g} \int_0^H dx \sqrt{s + \frac{s_1 - s}{h} x} = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} \frac{h}{s_1 - s} (s_1^{\frac{3}{2}} - s^{\frac{3}{2}}). \quad 5.$$

Die den verschiedenen Verhältnissen entsprechenden Werte von  $s_1$ ,  $s$  und  $\mu$  wollen in den Art. Grundwehr und Ueberfallwehr sowie in [2], S. 26 ff. nachgesehen werden. Die Höhe  $h$  ist etwa 1,5–2 m rückwärts von der Ueberfallschwelle vom ungeneknten Spiegel aus zu ermitteln.

Für Poncelet-Ueberfälle (Fig. 10) von der Breite  $b$  liefert Formel 3. nach Integration mit konstantem  $b$  und den Grenzen  $H=0$  und  $H=H$ :

$$Q = \mu' b \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}} \quad 6.$$

mit  $\mu' = \frac{2}{3} \mu$ ; wenn das Verhältnis  $bH : Bh$  (Fig. 10) mit  $n$  bezeichnet und  $b$  wesentlich kleiner als  $B$  gewählt wird, so daß an den Seitenkanten vollkommene Kontraktion stattfindet, so ist zu setzen:  $\mu' = c(1 + 1,718 \cdot n^4)$ ,

wobei:  $c = 0,412 \quad 0,407 \quad 0,401 \quad 0,397 \quad 0,395 \quad 0,393 \quad 0,390$   
 für  $H = 0,03 \quad 0,04 \quad 0,06 \quad 0,08 \quad 0,10 \quad 0,15 \quad 0,20$  m.

In der dem Deutschen Vereine von Gas- und Wafferechmännern 1901 vorgelegten Beschreibung der Wafferverforgung von Wien sind S. 165 für Ueberfälle die Formeln:

$$Q = \mu' b \sqrt{2g} (H + s)^{\frac{3}{2}} \text{ mit } \mu' = 0,4342 + 0,009 \cdot \frac{b}{B} - 0,0777 \cdot \frac{H}{h} \text{ und } s = \frac{1}{2g} \left( \frac{Q}{Bh} \right)^2$$

als den dortigen Beobachtungen am besten entsprechend aufgestellt worden. Diese Formel gilt allgemein, d. h. sie liefert nicht nur für Poncelet-Ueberfälle, sondern auch für die im folgenden erwähnten Castelfchen Ueberfälle (Fig. 11) brauchbare Werte.

Bei den Castelfchen Ueberfällen (Fig. 11) ist  $B = b$ , d. h. der Ueberfall ist gleich breit wie der rechteckige Zuflußkanal. Auch hierfür gilt die Formel:  $Q = \mu' b \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}}$  und es ist nach Veruchen von Hanfen zu setzen:  $\mu' = \frac{0,41137}{1 - 0,35815 \cdot \sqrt{H^3}}$  während man früher konstant

$\mu = 0,443$  annahm. Die Differenz  $h - H$  soll mehr als 500 mm betragen, der Unterwasserspiegel mindestens 150 mm über Gerinneboden liegen. In einer der vertikalen Wände des Gerinnes ist ein mit der Atmosphäre kommunizierendes Luftloch  $a$  (Fig. 11) herzustellen, wenn die Messungen zu brauchbaren Resultaten führen sollen.

In [1], S. 396 und [2] sind die wesentlichsten Ergebnisse der fogenannten wissenschaftlichen Behandlung von Ueberfallwehren und Grundwehren mitgeteilt, worauf wir, insbesondere auch wegen der Literatur, verweisen.

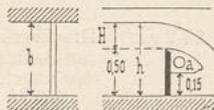


Fig. 11.

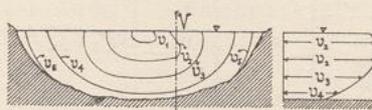


Fig. 12.

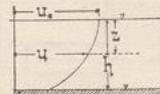


Fig. 13.

3. Die stationäre Bewegung des Waffers in natürlichen oder künstlichen Kanälen (Röhren) geht in Wirklichkeit selten ohne Bildung von Wirbeln und Wellen, ohne Temperaturveränderungen und allerlei äußere Einflüsse vor sich. Genau genommen ist also die Bewegung eine pulfierende ([1], S. 346), wird aber in der Rechnung als eine gleichbleibende unterteilt. Trotzdem ist die exakte mathematische Darstellung dieser Bewegung mit Rücksicht auf alle Nebenumstände bis jetzt noch nicht gelungen; nicht einmal jene Unterfuchungen, die von

Wärmeänderungen u. f. w. abfehen und lediglich die Bewegung unter dem Einflusse der Schwere behandeln, sind vollkommen.

Es ist überall zu beobachten, daß bei der Strömung des Waffers durch offene oder allfeits geschlossene Gerinne in einem fenkrecht zur Strömungsrichtung genommenen Vertikalfchnitte die Gefchwindigkeit an verschiedenen Stellen des durch den letzteren erhaltenen Wafferquer-

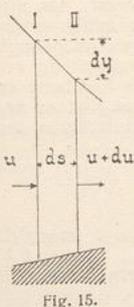


Fig. 15.

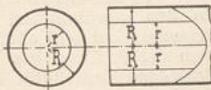


Fig. 14.

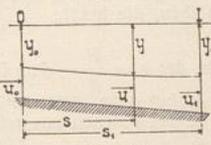


Fig. 16.

profils eine ungleiche ist. Längs des benetzten Umfanges entwickelt sich die größte Reibung des Waffers bei dessen Fortbewegung, also die geringfte Stromgeschwindigkeit; die letztere nimmt mit der Entfernung von diesem Umfange zu, und zwar meist in ziemlich gefetzmäßiger, durch die Form des Querprofils, die Rauigkeit des benetzten Umfanges und die Zähflüffigkeit des Waffers bedingter Weise. Die Zu- bzw. Abnahme läßt sich bei oben offenen Wafferquerprofilen durch Linien gleicher Gefchwindigkeit (Isotacheen) graphisch darstellen. Legt man an irgend einer Stelle *V* einen Vertikalfchnitt durch die Isotacheen, so erhält man mit Fig. 12 ein Bild von der Abnahme der Gefchwindigkeit gegen die Sohle des Gerinnes. Die Gefchwindigkeiten  $v_2, v_3, v_4$  lassen sich in einer solchen Vertikalen durch direkte Messung ermitteln, und

eine große Zahl solcher Ermittlungen hat dazu geführt, die in Fig. 12 dargestellte Kurve in regelmäßigen Profilen im allgemeinen als Parabel mit horizontaler Achse anzunehmen, deren Scheitel entweder im Wafferpiegel oder nicht weit unterhalb desselben (Fig. 12) liegt. Liegt der Scheitel im Wafferpiegel (Fig. 13) und handelt es sich um Gerinne, bei welchen der mittlere Profilradius *r* annähernd gleich der Tiefe *h* wird, so ist, unter  $u_0$  der Maximalwert der Gefchwindigkeit an der Oberfläche verstanden, die in einer Tiefe *z* vorhandene Gefchwindigkeit *u* (f. Fig. 13):

$$u = u_0 - 20 \sqrt{\frac{z^3 \alpha}{h^3}} \tag{7}$$

Eine große Anzahl anderer Beziehungen können wir hier nicht vorführen; wir verweisen auf [1], S. 343, und auf [8]–[12] sowie auf Waffermessung.

Ist das Querprofil geschlossen, so nehmen die Gefchwindigkeiten im allgemeinen vom Umfang gegen den Schwerpunkt des Wafferquerfchnittes zu. Wir haben in Fig. 14 eine Isotachee bei kreisförmigem, vollkommen mit Waffer erfülltem Querschnitte dargestellt, ebenso die Kurve für die Zunahme der Gefchwindigkeiten nach der Rohrachse hin. Mit umfassenden Untersuchungen für vollaufende kreisförmige Röhren beschäftigte sich zuerst [3], worauf wir verweisen; die durch Fig. 14 dargestellte Kurve, bezogen auf die Rohrachse, bestimmt Bazin [4] neuerdings wie folgt. Ist *R* der Radius des Rohres, *r* der Abstand einer Zylinderfchnitte von der Rohrachse,  $\alpha$  das Gefälle der Drucklinie,  $v_0$  die Maximalgefchwindigkeit in der Rohrachse, so ist die Gefchwindigkeit *v* in der Zylinderfchnitte mit dem Abstände *r* (f. Fig. 14):

$$v = v_0 - 20,86 \sqrt{R\alpha} \left[ 1 - \sqrt{1 - 0,95 \left(\frac{r}{R}\right)^2} \right] \tag{8}$$

Früher setzte Bazin einfacher:

$$v = v_0 - 14,9 \sqrt{\frac{\alpha r^5}{R^5}} \tag{9}$$

Für die rechnungsmäßige Verfolgung der Wafferbewegung sind die eben erwähnten Tatsachen nicht bequem. Es ist deshalb allgemein im Gebrauche, statt der verschiedenen Gefchwindigkeiten  $v_1, v_2$  u. f. w. innerhalb eines Wafferquerprofils eine mittlere Gefchwindigkeit *u* anzunehmen, derart, daß man mit derselben die in der Zeiteinheit durchfließende Waffermenge *Q* und das Wafferquerprofil *F* durch die Gleichung 10. verbindet, d. h. setzt:

$$Q = Fu \tag{10}$$

Sieht man sodann von Wärmeänderungen u. f. w. ab und nimmt man die Schwere als einzige bewegende Kraft und die bewegte Waffermenge *Q* als konstant an, so ist bei der im allgemeinen ungleichförmigen Bewegung:

$$dy = dh + d\left(\frac{u^2}{2g}\right) \tag{11}$$

unter *g* die Beschleunigung durch die Schwere, *dy* das auf der Länge *ds* vorhandene Spiegelgefälle der Strömung (Fig. 15) und unter *dh* die auf derselben Länge erforderliche Druckhöhe zur Ueberwindung der Reibungswiderstände beim Durchflusse verstanden. Die Gleichung 11. befagt, daß das Gesamtgefälle jene Größe haben muß, um damit alle Reibungswiderstände überwinden und die Gefchwindigkeit auf  $u + du$  abändern zu können;  $\frac{u^2}{2g}$  ist die sogenannte Gefchwindigkeitshöhe. Betrachtet man auf der Strecke *ds* den Wafferquerfchnitt *F* als unveränderlich, so würde *dh* auch den Weg bedeuten, den ein Wassergewicht  $\gamma F \cdot ds$  (wobei  $\gamma$  = Gewicht eines Kubikmeters Waffer) in Richtung der Schwere beim Strömen von I nach II zurücklegt. Die Arbeit *A* wäre also dabei:  $A = \gamma F \cdot ds \cdot dh$ . Ist andererseits der Reibungswiderstand gegen die Bewegung des Waffers pro Flächeneinheit =  $\gamma R_1$ , *p* der benetzte Umfang des Wafferquerfchnittes, also  $p \cdot ds$  die Fläche, auf der Reibung stattfindet, so beträgt die Arbeit *R* der Reibung auf der Länge *ds*, sofern man, wie üblich, die Reibung an der festen Bahn als Hauptwiderstand ansieht, dem gegenüber innere Reibung, Wärmeänderung u. f. w. vernachlässigt werden dürfen:  $R = \gamma R_1 p \cdot ds \cdot ds$ , und man findet durch Gleichsetzung:

$$A = R; \quad F \cdot dh = R_1 p \cdot ds; \quad dh = \frac{R_1 p}{F} \cdot ds,$$

womit fodann aus 11. die Integralgleichung folgt:

$$y - y_0 = \int_{s_0}^s \frac{R_1 p}{F} \cdot ds + \frac{u^2 - u_0^2}{2g} \tag{12}$$

wenn  $y_0, s_0, u_0$  am Anfange,  $y, s$  und  $u$  am Ende der Bewegung zusammengehörige Werte sind. In der Gleichung 12. ist  $R_1$  noch nicht angegeben; es ist ein Erfahrungswert, den man in den gewöhnlichen praktischen Fällen als proportional dem Quadrate der mittleren Geschwindigkeit und abhängig von der Rauigkeit des benetzten Umfanges, dagegen unabhängig von der Preßung des Wassers ansehen darf. Man setzt also:  $R_1 = c^2 u^2$  und ermittelt für verschiedene Verhältnisse die entsprechenden Werte von  $c$ . Früher nahm man  $c$  als Konstante an. In der neueren Zeit ermittelt man den Zahlenwert von  $c$  mittels der Formeln von Kutter und Ganguillet [7], und zwar für Spiegelgefälle von mehr als 1:2000 nach der einfacheren derselben, die heißt:

$$c = \frac{m + \sqrt{r}}{100 \sqrt{r}} \tag{13}$$

in der  $r = \frac{F}{p}$  = dem sogenannten mittleren Profilradius,  $m$  aber ist:

1. bei ganz glatten Flächen des Gerinnes . . . . .  $m = 0,12$
2. bei Flächen aus reinem Zementverputz oder glatt gehobelten Brettern . . . . .  $m = 0,15$
3. . . . . rauhen Brettern, fauberem Backsteinmauerwerk, Quadermauern . . . . .  $m = 0,25$
4. . . . . Bohlen, ordinärem Backsteinmauerwerk . . . . .  $m = 0,35$
5. . . . . gewöhnlichem Backsteinmauerwerk mit gespitzten Steinen . . . . .  $m = 0,45$
6. . . . . befochenem Bruchsteinmauerwerk mit schlammiger Sohle des Gerinnes . . . . .  $m = 0,55$
7. . . . . Raumauerwerk und schlammiger Sohle des Gerinnes . . . . .  $m = 0,75$
8. . . . . älterem, aber moos- und pflanzenfreiem Mauerwerk und schlammiger Sohle des Gerinnes . . . . .  $m = 1,00$
9. bei trapezförmigen Profilen in festigem Boden, Sohle unter 1,5 m breit mit wenig Wasserpflanzen . . . . .  $m = 1,25$
10. bei Flächen eines sehr regelmäßig fauber ausgeführten Erdkanales . . . . .  $m = 1,50$
11. bei Flächen in Erde mit schlammiger oder steiniger Sohle von mehr als 2 m Breite mit wenig Wasserpflanzen . . . . .  $m = 1,75$
12. bei Flächen rauherer Beschaffenheit mit mehr oder weniger Wasserpflanzen  $m = 2,00 - 2,50$

Für kleine Gefälle und große Ströme geben Kutter-Ganguillet die Formel:

$$c = \frac{\sqrt{r} + \left(23 + \frac{0,00155}{\alpha}\right) n}{\left(\frac{1}{n} + 23 + \frac{0,00155}{\alpha}\right) \sqrt{r}} \tag{14}$$

in der  $\alpha$  das Spiegelgefälle pro Längeneinheit bedeutet,  $n$  aber ist:

1. für Gerinne von sorgfältig gehobeltem Holze oder glattem Zementputz . . . . .  $n = 0,010$
2. . . . . Brettern . . . . .  $n = 0,012$
3. . . . . behauenen Quadersteinen oder fauberem Backsteinmauerwerk . . . . .  $n = 0,013$
4. . . . . Bruchsteinmauerwerk . . . . .  $n = 0,017$
5. . . . . in Erde sowie für Bäche und Flüsse . . . . .  $n = 0,025$
6. . . . . Gewässer mit groben Geschieben und Wasserpflanzen . . . . .  $n = 0,030$

In der Regel ist in der Literatur statt  $c$  ein Wert  $k = 1 : c$  angegeben, worauf wir, um Verwechslungen zu vermeiden, hinweisen wollen. Führt man in Formel 3. den Wert von  $R_1 = c^2 u^2$  ein, so folgt:

$$y - y_0 = Q^2 \int_{s_0}^s \frac{c^2 p ds}{F^3} + \frac{u^2 - u_0^2}{2g} \tag{15}$$

Diese Gleichung gilt im allgemeinen und unter den gemachten Voraussetzungen für die **ungleichförmige Bewegung** und ergibt das Spiegelgefälle des Stromes, der für den Transport einer gewissen Wassermenge erforderlichen Profile bzw. bei bekannten Profilen und Spiegelgefällen die Wassermenge. In der Regel kann die Integration nicht direkt, sondern nur mit Verwendung von Annäherungsmethoden ausgeführt werden. Ist aber speziell die ungleichförmige Bewegung auf einer Strecke  $s_1$  derart, daß die Geschwindigkeit sich ganz allmählich ändert, so daß man an beliebiger Stelle  $s$  die Beziehung hat:  $u = u_0 \pm \frac{u_0 - u_1}{s_1} \cdot s$ , unter  $u_0$  die Geschwindigkeit am Anfang, unter  $u_1$  die Geschwindigkeit am Ende der Strecke  $s_1$  verstanden, so ergibt 15., wenn man für  $p$  den konstanten Mittelwert  $B$  setzt, mit  $ds = \pm \frac{s_1}{u_0 - u_1} \cdot du$  und konstantem  $Q$ :

$$y - y_0 = \mp \int_{u_0}^u \frac{c^2 B u^3 \cdot du}{Q(u_0 - u_1)} \pm \frac{u^2 - u_0^2}{2g} = \pm \frac{c^2 B s_1 (u_0^4 - u^4)}{4 Q (u_0 - u_1)} \pm \frac{u^2 - u_0^2}{2g} \tag{15a}$$

Diese einfache Gleichung eignet sich besonders zur Berechnung von Längenprofilen (Fig. 16) bzw. Uebergangskurven bei langsam fließenden Strömen, ebenso aber auch in der gemachten Voraussetzung entsprechenden Fällen zur einfachen Berechnung der Staulinien (f. Stauanlagen).

Kann man für eine kurze oder längere Strecke die Bewegung als **gleichförmig permanent** betrachten, so ist  $u = u_0$ ,  $F$  und  $p$  bleiben konstant, ebenso  $c$ , und man hat:

$$y - y_0 = \frac{Q^2 c^2 p}{F^3} (s - s_0)$$

oder, da in diesem Falle der Wert von  $(y-y_0):(s-s_0)$  gleich dem Gefälle  $\alpha$  pro Längeneinheit ist:

$$\frac{Q^2}{F^2} = u^2 = \frac{F\alpha}{c^2 p}; \quad u = k\sqrt{r\alpha}, \quad 16.$$

wenn  $1:c=k$  und  $F:p=r$  gesetzt werden. Bei der gleichförmig permanenten Bewegung lassen sich also die Bewegungsverhältnisse leicht übersehen.

Im allgemeinen sind die hier eintretenden Aufgaben weniger auf die nach Gleichung 16. direkt ermittelbare Geschwindigkeit gerichtet; es sind vielmehr entweder das Gefälle  $\alpha$  oder die Querschnittsdimensionen des Profils gesucht. Es folgt aus 16. für das Gefälle  $\alpha$  pro Längeneinheit:

$$\alpha = \frac{u^2}{k^2 r} = \frac{Q^2 p}{k^2 F^3}. \quad 17.$$

Sind die Dimensionen des Wasserquerschnittes zu bestimmen, so ist wegen der gegenseitigen Beziehungen von  $k$ ,  $F$  und  $p$  die Aufgabe nicht ohne weiteres lösbar. Man hat zunächst die Querschnittsform zu wählen und wird bei regelmäßiger Gestaltung derselben und einer Wasserbreite  $2b$  des Spiegels die Beziehungen herstellen:

$$F = nb^2, \quad p = n_1 b, \quad r = \frac{n}{n_1} b.$$

Mit diesen liefert sodann 8.:

$$b = \sqrt[5]{\frac{Q^2 n_1}{k^2 n^2 \alpha}} \quad 18.$$

und es ergibt sich zunächst mit  $k=50$  ein erster Annäherungswert von  $b$ ; dementsprechend erhält man einen Wert von  $r$ , mittels 4. oder 5. einen richtigen Wert von  $k=1:c$  und so durch mehrmalige Wiederholung der Manipulation einen beliebig genauen Wert für  $b$  bzw. den Wasserquerschnitt (vgl. a. Querprofil der Flüsse).

Findet die **Bewegung in einer kreisrunden Röhre** von der Lichtweite  $D$  statt und ist diese ganz mit Wasser erfüllt, so ist während derselben stets:  $F = \pi D^2/4$ ,  $p = \pi D$ ,  $r = D/4$ , mithin nach 15., da der Weg  $s$  von der Lichtweite  $D$  unabhängig:

$$y - y_0 = \frac{\lambda Q^2 (s - s_0)}{D^5} + \frac{u^2 - u_0^2}{2g} \quad 19.$$

mit  $\lambda = 64 \cdot c^2 : \pi^2$ . In dieser Gleichung ist  $y - y_0$  die sogenannte wirkfame Druckhöhe  $H$ ,  $s - s_0$  der vom Wasser in der Röhre zurückgelegte Weg  $L$ , und es kann, wenn der letztere groß ist, ohne erheblichen Fehler dem ersten Glied auf der rechten Seite von Gleichung 19. gegenüber das zweite vernachlässigt werden, besonders, wenn die Geschwindigkeit  $u$  nicht erheblich größer ist als 1 oder wenn Eintritts- und Austrittsgeschwindigkeit einander ganz oder nahezu gleich sind. Dies führt sodann zu der in der Praxis fast ausschließlich verwendeten Formel:

$$H = \frac{\lambda Q^2 L}{D^5}. \quad 20.$$

Man erhält mit  $\lambda = 0,0025$  eine erste Annäherung, sofern  $D$  gesucht wird. Mit dem so gefundenen  $D$  liefert 13. einen richtigeren Wert von  $c$  bzw.  $\lambda = 64 \cdot c^2 : \pi^2$ , dessen Einsetzen in 20. einen genauen Wert von  $D$  u. f. w. Tabellen über die gegenseitigen Beziehungen von  $Q$ ,  $H$ :  $L = \alpha$  und  $D$  f. Rohrleitung; vgl. a. [16], S. 97 ff.

Hat man es mit einem vollaufenden Wasserquerschnitt von anderer als der Kreisform zu tun, so sind die zwischen Gleichung 17. und 18. angegebenen Beziehungen in analoger Weise verwendbar; vgl. a. Rohrleitung.

Vorstehende Formeln schließen sich den heutzutage noch üblichen und auch in den meisten Lehrbüchern (vgl. [8]–[11]) vertretenen Anschauungen an. Im übrigen sind von jeher auch andre Anschauungen vorhanden gewesen, die man so ziemlich alle in [5], S. 3–26, gesammelt findet. Neuerdings haben z. B. Christen [5], Siedeck [6] u. a. versucht, die Rauigkeitsziffern  $m$  bzw.  $n$  der Formeln 13. und 14. zu entfernen und andre Beziehungen für den Reibungswiderstand aufzustellen; es wäre dies zweifellos ein Gewinn, doch sind vorerst noch umfassendere weitere Auseinandersetzungen abzuwarten, ehe man daran denken kann, die bis jetzt mit gutem Erfolge verwendete, im vorstehenden dargelegte Rechnungsweise gegenüber der neu vorgeschlagenen fallen zu lassen.

## II. Die mit der Zeit veränderliche ungleichförmige Bewegung des Wassers.

Diese Bewegung hat praktisches Interesse, soweit dabei die Fortpflanzung von kleinen und größeren Anschwellungen auf fließendem und ruhendem Wasser, z. B. das Fortschreiten der Flutwelle bei Hochwasser (f. d.), die periodischen Bewegungsercheinungen in den Aestuarien und die Wellenbewegungen an Binnenseen und am Meere in Betracht kommen. Die Hochwasserprognose, die Wahrung der Schifffahrtsinteressen in den Aestuarien, die durch die Brandungswellen u. f. w. in Konfruktion und Höhenlage bedingten Bauten an den Ufern der Binnenseen und des Meeres, vorzugsweise die Hafenanlagen erfordern eingehende diesbezügliche Studien. Theoretische Auseinandersetzungen hat besonders Bouffinesq [12] gegeben; sie sind in [1], S. 366, der Uebersicht über die mit der Zeit veränderliche Strömung vorangestellt und in [1], S. 369 ff., benutzt zur Betrachtung von kleinen Anschwellungen auf fließendem und (S. 373) auf ruhendem Wasser. Mit den dort vorgenommenen Vernachlässigungen gestalten sich die Schlußresultate überraschend einfach. Dasselbe trifft zu bei der Behandlung langer Anschwellungen (S. 375), speziell der Ebbe und Flut in den Strommündungen (S. 378). — Die Wellenbewegung (f. d. und [13]) hat von jeher in der Hydrodynamik eine große Rolle gespielt; man findet den für die Hydraulik brauchbaren Teil und die Literatur in [1], S. 419, zusammengestellt.

Technisch bemerkenswert ist der von dem Anprall der Brandungswoge ausgeübte Druck auf ein ihm entgegenstehendes Hindernis (Wellenbrecher) und die Höhe, auf die das Wasser der

Welle emporgeschleudert wird; ebenso die Schwächung des Seegangs in Hafenbecken, in die derselbe durch die Einfahrten vordringt. Es ergibt sich dabei folgendes: Ist (vgl. Fig. 17)  $H$  die Wassertiefe,  $2l$  die Wellenlänge (in Metern), so beträgt die Wassertiefe der Welle in Metersekunden:

$$w = \sqrt{\frac{gl}{\pi}} \operatorname{Tang.} \frac{\pi H}{l}. \quad 21.$$

Bei starkem Winde betragen die Wellenhöhen  $2h$  (f. Fig. 17) auf großen Binnenseen (z. B. am Bodensee) etwa 2–3 m; in der Nord- und Ostsee ca. 4–5 m. Die Wellenlänge kann dabei auf das Zehn- bis Zwölffache der Höhe  $2h$  angenommen werden. Selbstverständlich sind im speziellen Falle Beobachtungen oder Studien erforderlich. Nach Cornish [1], S. 429 und [14] beträgt die Wellenhöhe  $2h$  etwa 1:10000 der sekundlichen Windgeschwindigkeit. Nach Stevenfon [1], S. 429, gilt für Binnenseen (f. Fig. 18), also bei geringer Luvweite  $e$  und heftigen Windböen (Sturm), die empirische Formel (alle Maße in Metern):

$$2h = 0,762 + 0,0106 \sqrt{e} - 0,0465 \sqrt[4]{e}. \quad 22.$$

Ändert sich die Wassertiefe allmählich von  $H$  auf  $H_1$  ab, so ändert sich auch die Geschwindigkeit nach dem Verhältnis ([1], S. 426):

$$\frac{w}{w_1} = 0,9 \sqrt[4]{\frac{H}{H_1}}; \text{ d. h. es wird: } w_1 = 1,11 \cdot w \sqrt[4]{\frac{H_1}{H}}. \quad 23.$$

Mit abnehmender Wassertiefe wird also die Wellenhöhe geringer.

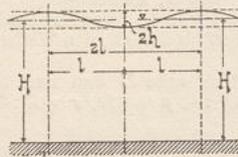


Fig. 17.

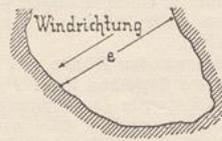


Fig. 18.

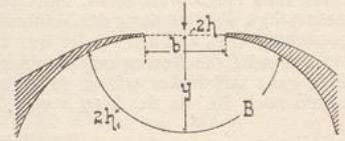


Fig. 19.

Die größte Preßung, die eine Brandungswoge gegen den Wellenbrecher ausübt, wird zu  $\frac{\gamma w^2}{g}$  angenommen, unter  $\gamma$  das spezifische Gewicht des Wassers verstanden. Von besonderem praktischen Interesse ist die Abnahme der Wellenhöhe beim Eintritt des Seegangs durch die an Hafenbecken bestehenden Einfahrten, sofern — wie üblich — die letzteren senkrecht zum stärksten Seegange gelegt sind. Nach [1], S. 425 ff., und [15] ist, unter  $b$  die Oeffnungsweite und  $B$  die mit dem Radius  $y$  beschriebene Bogenweite im Hafen (f. Fig. 19) verstanden, das Verhältnis der Wellenhöhe  $2h_1$  zur Wellenhöhe  $2h$  vor der Einfahrt:

$$2 \cdot h_1 = 2 \cdot h \left[ \sqrt{\frac{b}{B}} - 0,02 \left( 1 + 1,35 \sqrt{\frac{b}{B}} \right) \right]. \quad 24.$$

Ueber die von Forchheimer untersuchte interessante Bewegung des Wassers in „Wanderwellen“ (in Flußbetten) f. [1], S. 432 ff.

Die Einwirkung des Wassers auf das Flußbett, insbesondere die Geschiebebewegung, hat man ebenfalls theoretisch zu behandeln versucht. Wir verweisen auf [1], S. 462 ff., und besonders auf [10], S. 295 ff. (Entrainement et suspension); auf die sehr umfangreichen Betrachtungen können wir hier näher nicht eingehen. Einzelnes darüber, insbesondere die Geschwindigkeiten, bei welchen die Sohle angegriffen wird, haben wir bereits unter Geschiebeführung, Bd. 4, S. 412, mitgeteilt; vgl. a. Längenprofil der Flüsse, Querprofil der Flüsse, Schleppkraft, Sinkstoffe.

### III. Die Bewegung des Grundwassers.

Die stationäre Grundwasserbewegung (vgl. a. [1], S. 452 ff.) ist bereits in dem Art. Grundwasserstrom behandelt; über die mit der Zeit veränderliche Grundwasserströmung ist in [1], S. 458 ff., nachzusehen. Von besonderem technischen Interesse sind die Beziehungen zwischen Grundwasserströmen und offenen Wasserläufen, bezüglich welcher wir auf [16], S. 232 ff., verweisen. Vgl. a. Brunnen, Drainage, Entwässerung.

Literatur: [1] Enzyklopädie der mathem. Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen, IV, 20, Hydraulik von Ph. Forchheimer, Leipzig 1906. — [2] Wex, G. v., Hydrodynamik, Leipzig 1888 (bringt ausschließlich Formeln für Berechnung der über Wehre und durch Schleusen abgehenden Wassermengen). — [3] Darcy, H., Recherches expérimentales relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux, Paris 1857. — [4] Paris, Mém. prés. par div. sav. 32 (1902), Nr. 6, S. 4, 15, 17. — [5] Christen, Th., Das Gesetz der Translation des Wassers, Leipzig 1903. — [6] Zeitschr. des österr. Ingen.- und Arch.-Ver. 1901, S. 397 ff., und 1903, S. 119 ff. — [7] Formel 13. findet sich in der Allg. Bauztg. 1870, S. 150, Formel 14. in der Zeitschr. des österr. Ingen.- und Arch.-Ver. 1869, S. 6 und 46, Tabellen in Kutter, W. R., Bewegung des Wassers in Kanälen und Flüssen, Berlin 1885. — [8] Weisbach, J., Lehrb. der Ingenieur- und Maschinenmechanik, Braunschweig 1845 (5. Aufl. 1875). — [9] Grashof, F., Theoretische Maschinenlehre, Bd. 1, Hydraulik, Leipzig 1875. — [10] Flamant, A., Hydraulique, 2. Aufl., Paris 1900. — [11] Bovey, H. T., A treatise on hydraulics, 2. Aufl., New York 1902. — [12] Bouffinesq, J. V., Essai sur la théorie des eaux courantes, Mém. prés. par div. sav., 23 und 24, Paris 1877; Derf., Théorie de l'écoulement tourbillonnant et tumultueux des liquides dans les lits réctilignes à grande section, Paris 1897. — [13] de St. Venant und Flamant, Annales des ponts et chauss., 13, 1887, S. 31, und 15, 1888, S. 705. — [14] Geogr. Journ. 1904, S. 643. — [15] Stevenfon, Th., The design and construction

of harbours, 3. Aufl., S. 165, Edinburgh 1886. — [16] Lueger, O., Die Wasserverforgung der Städte, Darmstadt 1895; Derf., Die Bewegung des Grundwassers in den Alluvionen der Flußgebiete, Stuttgart 1883. Lueger.

**Hydraulik**, in der Gasbereitung, f. Vorlage.

**Hydraulische Aufzüge**, mit Rollenüberetzung, f. Aufzüge, Bd. 1, S. 378.

**Hydraulische Bindemittel**, f. Mörtelprüfung.

**Hydraulische Motoren**, f. Wassermotoren.

**Hydraulischer Bremszylinder**, f. Krane.

**Hydraulischer Kalk**, **Hydraulischer Mörtel**, f. Zement.

**Hydraulische Setzmaschine**, f. Setzarbeit.

**Hydraulisches Gefänge**, f. Kraftübertragung im Bergbau.

**Hydrocellulose**. Unter bestimmten Bedingungen wirken verschiedene Agenzien auf Cellulose in der Weise ein, daß zunächst ein eigentümliches, nach dem Vorgang von Girard von den meisten Forschern als Hydrocellulose bezeichnetes Produkt gebildet wird, dessen quantitative Zusammensetzung trotz zahlreicher Untersuchungen noch nicht in einwandfreier Weise festgestellt ist.

Als Agenzien, welche die Cellulose in Hydrocellulose überzuführen vermögen, sind in erster Linie die Mineral Säuren sowie die Ameisen-, Essig-, Oxal-, Wein- und Zitronensäure zu nennen. Dabei ist zu beachten, daß manche Säuren gleichzeitig esterartige Verbindungen liefern oder aber eine weitergehende, schließlich zur Bildung von Traubenzucker führende Hydrolyse der Cellulose bewirken können. Weiterhin läßt sich die Umwandlung auch mittels Kupferoxydammoniak, Chlorzink, Aluminiumchlorid, Kaliumchlorat und Salzsäure, Kaliumpermanganat u. s. w. bewerkstelligen und außerdem wird die Cellulose durch andauerndes Kochen mit konzentrierter Natronlauge in der gleichen Weise verändert. Dagegen bedarf die Angabe von Taub [1], wonach Cellulose beim bloßen Erhitzen mit Wasser im geschlossenen Gefäß auf 210—215° in Hydrocellulose übergehen soll, noch der Befätigung. — Zur Herstellung von Hydrocellulose für technische Zwecke eignen sich besonders die von Girard-Vieille [2] und von Sthamer [3] gegebenen Vorschriften, nach denen Cellulose in Form von Baumwolle ca. 36 Stunden lang mit kalter Salzsäure von 1,15 spez. Gew. in Berührung gelassen bzw. bei 65—70° in freies Chlor enthaltenden Eisessig eingetragen wird. Dadurch wird die Baumwolle zerfasert, ohne in Lösung zu gehen und nach dem Zerreiben, Auswaschen und Trocknen resultiert ein weißes Pulver, das unter dem Mikroskop noch organisierte Struktur aufweist und neben Hydrocellulose noch Teile des Ursprungsmaterials enthält. Derartige Produkte finden bei der Fabrikation von Acetaten und von Nitraten der Hydrocellulose Verwendung, und die betreffenden Präparate spielen ihrerseits in der Kunstfädenindustrie und in der Sprengtechnik eine gewisse Rolle. Amorphe Hydrocellulose von gleichförmiger Beschaffenheit und einheitlicher Zusammensetzung liegt in der von Bumcke und Wolfenstein [4] als Acidcellulose bezeichneten Hydratationsstufe der Cellulose vor, die außer durch Auflösen von Baumwolle in Kupferoxydammoniak — Holzcellulose ist nach Riefenfeld und Taurke (Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Bd. 38, 2798) in Kupferoxydammoniak unlöslich, löst sich dagegen in einer ammoniakalischen Kupfercarbonatlösung leicht auf — oder in kochender 30prozentiger Natronlauge und Fällen dieser Lösungen mit verdünnten Säuren auch dadurch erhalten werden kann, daß man denitriertes Pyroxylin in verdünnte Natronlauge oder aber in konzentrierte Salzsäure einträgt und die eventuell zuvor filtrierten Flüssigkeiten mit Säure bzw. mit viel Wasser versetzt. Auf dieselbe Weise läßt sich Acidcellulose auch aus den nach den Vorschriften von Girard-Vieille und Sthamer hergestellten Produkten erhalten. Die in Form weißer Flocken ausgefällte Acidcellulose löst sich im noch feuchten Zustand schon bei gewöhnlicher Temperatur vollkommen in 10prozentiger Natronlauge auf und wird aus dieser Lösung durch sehr konzentrierte Alkalilauge, durch Säuren, Salze und Alkohol wieder abgeschieden. Konzentrierte Salzsäure wirkt gleichfalls lösend; durch Zusatz von Wasser scheidet sich die Acidcellulose wieder ab, wenn die Lösung nicht zuvor erwärmt oder mehrere Stunden lang sich selbst überlassen war. Nach dem Trocknen stellt die Acidcellulose eine hellgraue spröde Masse dar, die sich in Natronlauge wie in Salzsäure nur noch sehr langsam und unvollständig auflöst. Ob alle Hydrocellulosen im wesentlichen aus Acidcellulose bestehen, ist angeichts des Umstands, daß manche der in der Literatur über das Verhalten der Hydrocellulose gegen Agenzien vorliegenden Angaben einander widersprechen, zurzeit noch unsicher [5]. Außerdem ist zu beachten, daß einzelne Forscher die Hydratationsprodukte der Cellulose unzutreffenderweise als Oxydationsprodukte aufgefaßt und dementsprechend als Oxycellulosen (f. d.) bezeichnet haben.

Literatur: [1] Dingl. Polyt. Journ., S. 273, 276. — [2] Mémorial des Poudres et Salpêtres, Bd. 2, S. 23. — [3] Franz. Patent Nr. 304723; Chemikerztg., Bd. 25, S. 270. — [4] Berichte der Deutschen Chem. Gesellsch. 1899, S. 2493. — [5] Lippmann, E. v., Die Chemie der Zuckerarten, 3. Aufl., S. 1617, Braunschweig 1904. Häuffermann.

**Hydrochlor**, f. v. w. Salzsäure (f. d.).

**Hydrodynamik**, die rein mathematische Behandlung der Bewegung eines flüssigen Systems im Gegensatz zu der mehr mit empirischen Formeln arbeitenden Hydraulik (f. d.).

Eine ideale Flüssigkeit (wozu auch die vollkommenen Gase gehören) ist ein Medium, in welchem der Druck überall senkrecht auf dem Flächenelement steht, welches den Druck aufnimmt. Es ist dann auch der Druck in einem Punkte der Flüssigkeit gleich groß nach allen Richtungen,

und das Spannungsellipsoid, das in einem beliebigen Medium zur Darstellung der Drucke nach den verschiedenen Richtungen durch einen Punkt des Mediums dient, wird hier eine Kugel. Um die Bewegungsgleichungen einer solchen Flüssigkeit aufzustellen, denkt man sich ein unendlich kleines, rechtwinkliges Flüssigkeitsparallelepiped von der übrigen Masse abgetrennt und drückt nach dem d'Alembertschen Prinzip das Gleichgewicht zwischen der Reaktionskraft, den gegebenen und den Druckkräften analytisch aus. Diese Gleichungen sind partielle Differentialgleichungen zwischen den Koordinaten  $x, y, z$  des Punktes, in welchem das Massenelement verschwindet, den Komponenten  $u, v, w$  seiner Geschwindigkeit, dem Druck  $p$ , welcher ringsherum auf dasselbe einwirkt, seiner Dichtigkeit  $\rho$  und der Zeit  $t$ , so daß durch deren Integration die fünf Größen  $x, y, z, p, \rho$  als Funktionen von  $t$  bestimmt werden, sobald die Anfangslage und der anfängliche Geschwindigkeitszustand des Systems bekannt sind. Zugleich wird hierdurch auch die Bahn bekannt, welche das Element im Laufe der Zeit beschreift.

Gewöhnlich geht man behufs Aufstellung der Bewegungsgleichungen von einer etwas andern Auffassung aus, indem man die Geschwindigkeit, mit welcher ein Teilchen der Flüssigkeit zur Zeit  $t$  durch den Punkt  $x, y, z$  hindurchgeht und ihre Komponenten  $u, v, w$  als Funktionen von  $x, y, z$  und  $t$  ansieht. Diese Größen sind an demselben Orte zu verschiedenen Zeiten und zu derselben Zeit an verschiedenen Orten verschieden. Dasselbe findet in bezug auf den Druck  $p$  und die Dichtigkeit  $\rho$  statt. Hiernach hat man für die fünf Größen  $u, v, w, p$  und  $\rho$  fünf Differentialgleichungen aufzustellen zwischen ihnen und den vier Variablen  $x, y, z, t$ , durch deren Integration sie als Funktionen dieser dargestellt werden können. Nach dieser Auffassungsweise verfolgt man nicht die Bahn und die Bewegungszustände des einzelnen Flüssigkeitsteilchens, vielmehr beantwortet man die Frage, wie der Bewegungszustand in einem Punkte  $x, y, z$  zur Zeit  $t$  beschaffen ist und sich mit Ort und Zeit ändert.

Von den genannten fünf Gleichungen ist jene eine endliche Gleichung, die den Zusammenhang der Dichtigkeit  $\rho$  und des Druckes  $p$  angibt. Dieser Zusammenhang hängt von der inneren Beschaffenheit des Mediums ab, und man unterscheidet in dieser Hinsicht zwei Hauptarten von Flüssigkeiten: inkompressible, für welche  $\rho$  konstant bleibt, und elastische, für welche  $\rho$  eine gegebene Funktion von  $p$  ist. Für Gase kommen dabei zumeist folgende Zustandsänderungen in Betracht: isotherme, für welche  $\rho = pk$  ist, und adiabatische  $\rho = kp^\gamma$ , wo  $\gamma$  das Verhältnis der spezifischen Wärmen bei konstantem Volumen und konstantem Druck ( $\gamma$  für Luft 1:1,408) angibt. Die vier übrigen Gleichungen sind partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung; ihre Integration würde die Gleichungen liefern, aus denen man durch Elimination von  $p$  und  $\rho$  die Koordinaten  $x, y, z$  eines Teilchens als Funktionen der Zeit  $t$  finden würde. Hierdurch wäre die obige, zuerst aufgestellte Auffassungsweise des Problems in ihrem Zusammenhange mit der zweiten nachgewiesen. — Die durch die Integration einzuführenden unbestimmten Funktionen sind durch den Anfangszustand und die Bedingungen zu bestimmen, welche die Begrenzung des Systems (Gefäßwände, freie Oberfläche u. f. w.) betreffen.

In dem Systempunkt  $x, y, z$  verschwindet ein unendlich kleines, rechtwinkliges Massenparallelepiped von den Kanten  $dx, dy, dz$ , welches sich im Zeitelement um  $dx, dy, dz$  parallel den Koordinatenachsen fortbewegt. Die an ihm angreifende Reaktionskraft hat die Komponenten, welche die Produkte aus der Masse und den Komponenten der Beschleunigung sind. Die letzteren sind  $\frac{du}{dt}, \frac{dv}{dt}, \frac{dw}{dt}$ , oder da die  $u, v, w$  Funktionen von  $x, y, z, t$  sind,

$$\frac{\partial u}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial u}{\partial z} \frac{dz}{dt} + \frac{\partial u}{\partial t}, \quad \frac{\partial v}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial v}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial v}{\partial z} \frac{dz}{dt} + \frac{\partial v}{\partial t},$$

$$\frac{\partial w}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial w}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial w}{\partial z} \frac{dz}{dt} + \frac{\partial w}{\partial t},$$

oder da  $u = \frac{dx}{dt}, v = \frac{dy}{dt}, w = \frac{dz}{dt}$  sind,

$$\frac{du}{dt} = u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial t}, \quad \frac{dv}{dt} = u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial t},$$

$$\frac{dw}{dt} = u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial t}.$$

Die Masse des Elementes ist  $dm = \rho dx dy dz$ . Daher sind die Komponenten der Reaktionskraft

$$-\rho \frac{du}{dt} dx dy dz, \quad -\rho \frac{dv}{dt} dx dy dz, \quad -\rho \frac{dw}{dt} dx dy dz.$$

Die Resultante der am Punkte  $x, y, z$  angreifenden gegebenen Kräfte bezieht man auf die Masseneinheit, und es seien demnach  $X dm, Y dm, Z dm$ , d. h.  $X \rho dx dy dz, Y \rho dx dy dz, Z \rho dx dy dz$  ihre Komponenten. Beziehen wir den Druck  $p$  auf die Flächeneinheit, so stellt  $p dy dz$  den Druck auf die Seitenfläche  $dy dz$  des Parallelepipeds parallel zur  $x$ -Achse dar. Aus ihm ergibt sich der Druck auf die gleich große gegenüberliegende Fläche  $dy dz$ , indem

man  $p$  in  $p + \frac{\partial p}{\partial x} dx$  übergehen läßt, und da er jenem entgegengesetzt ist, so wird er  $-(p + \frac{\partial p}{\partial x} dx) dy dz$ . Beide zusammen stellen die Druckkomponente  $-\frac{\partial p}{\partial x} dx dy dz$  parallel

der  $x$ -Achse vor und ähnlich sind  $-\frac{\partial p}{\partial y} dx dy dz$  und  $-\frac{\partial p}{\partial z} dx dy dz$  die Druckkomponenten

parallel der  $y$ - und  $z$ -Achse. Die Gleichgewichtsbedingungen zwischen den gegebenen, den Druck- und den Reaktionskräften am Massenelement werden daher nach Division mit dem gemeinschaftlichen Faktor  $dx dy dz$ :

$$\rho X - \frac{\partial p}{\partial x} - \rho \frac{du}{dt} = 0, \quad \rho Y - \frac{\partial p}{\partial y} - \rho \frac{dv}{dt} = 0, \quad \rho Z - \frac{\partial p}{\partial z} - \rho \frac{dw}{dt} = 0,$$

oder nachdem man die Werte für  $\frac{du}{dt}$ ,  $\frac{dv}{dt}$ ,  $\frac{dw}{dt}$  eingesetzt hat:

$$\begin{aligned} u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial t} &= X - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}, \\ u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial t} &= Y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}, \\ u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial t} &= Z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z}. \end{aligned} \quad 1.$$

Zu diesen drei Gleichungen kommt eine vierte hinzu, welche die Aenderung der Dichtigkeit  $\rho$  im Punkte  $x, y, z$  im Zeitelement  $dt$  gibt. Man erhält dieselbe, indem man die Masse bestimmt, welche im Zeitelement in das Volumenelement  $dx dy dz$  eintritt und aus ihm während desselben austritt. Diese Masse besteht aus drei Theilen. Durch die Seitenfläche  $dy dz$  tritt parallel der  $x$ -Achse mit der Geschwindigkeit  $u$  die Masse  $\rho dy dz \cdot u dt$  ein, da während  $dt$  zusammenhängende Masse um  $u dt$  fortrückt. Zugleich tritt aber durch die gegenüberliegende Seitenfläche Masse aus, die man erhält, indem man in der eben bestimmten Masse  $x$  um  $dx$  zunehmen läßt. Diese austretende Masse ist daher  $dy dz \left( u \rho + \frac{\partial(u\rho)}{\partial x} \right) dt$ . Die Differenz beider, nämlich  $-\frac{\partial(u\rho)}{\partial x} dx dy dz dt$  ist die Aenderung, welche die Masse des Volumenelementes im Zeitelement parallel der  $x$ -Achse erfährt. Aehnlich sind  $-\frac{\partial(v\rho)}{\partial y} dx dy dz dt$  und  $-\frac{\partial(w\rho)}{\partial z} dx dy dz dt$  die entsprechenden Massenänderungen parallel den beiden andern Koordinatenachsen. Addirt man diese drei Größen und dividirt ihre Summe mit  $dx dy dz dt$ , so erhält man die vierte Gleichung, die Gleichung für die Dichtigkeitsänderung auf die Zeiteinheit bezogen, nämlich:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(u\rho)}{\partial x} + \frac{\partial(v\rho)}{\partial y} + \frac{\partial(w\rho)}{\partial z} = 0.$$

Die Gesamänderung der Dichtigkeit beim Uebergang des Massenelements von der Stelle  $x, y, z$  zur Stelle  $x+dx, y+dy, z+dz$  im Zeitelement würde aber sein:

$$d\rho = \left( \frac{\partial \rho}{\partial x} dx + \frac{\partial \rho}{\partial y} dy + \frac{\partial \rho}{\partial z} dz + \frac{\partial \rho}{\partial t} dt \right),$$

und hieraus folgt:

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\partial \rho}{\partial x} u + \frac{\partial \rho}{\partial y} v + \frac{\partial \rho}{\partial z} w + \frac{\partial \rho}{\partial t}.$$

Hiermit erhält man an Stelle der vierten Gleichung nach Ausführung der Differentiationen die sogenannte Continuitätsgleichung:

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0.$$

Hierzu tritt als fünfte Gleichung noch, wie obenerwähnt, eine Gleichung:

$$\rho = f(p),$$

welche von der Beschaffenheit der Flüssigkeit abhängt. Diese fünf Gleichungen sind die gefuchten Gleichungen der Bewegung der Flüssigkeit.

Für die inkompressiblen Flüssigkeiten reduziert sich die fünfte auf  $\rho = \text{const.}$ , also wird  $\frac{d\rho}{dt} = 0$  und hiermit die vierte Gleichung:  $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$ .

Diese Gleichungen rühren von Euler her, der sie auch noch in einer zweiten Form aufgestellt hat, die gewöhnlich als die Lagrange'sche Form der hydrodynamischen Gleichungen bezeichnet wird. Sie sind bis jetzt nur unter bestimmten Voraussetzungen in einzelnen Fällen integriert worden.

Die Veränderung, welche ein mit Flüssigkeit erfülltes Volumelement während eines Zeittheilchens infolge der Bewegung erleidet, ist eine Translationsbewegung, eine Kondensation oder Dilatation und eine Rotation. — Es kann gezeigt werden, daß die Komponenten der Winkelgeschwindigkeit im Falle der Rotation um Achsen parallel den Koordinatenachsen sind:

$$\frac{1}{2} \left( \frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y} \right), \quad \frac{1}{2} \left( \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial z} \right), \quad \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x} \right).$$

Sollen die Flüssigkeitsteilchen nicht rotieren, so müssen diese Größen verschwinden.

Wenn aber  $\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\partial w}{\partial y}$ ,  $\frac{\partial w}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial z}$ , so existirt eine Funktion  $\varphi$  von  $x, y, z$ , deren partielle Differentialquotienten  $u, v, w$  sind, d. h. es ist

$$u = \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \quad w = \frac{\partial \varphi}{\partial z}.$$

Die Funktion  $\varphi$  heißt das Geschwindigkeitspotential und die Flüssigkeitsbewegung, für welche eine solche charakteristische Funktion existirt und welche also die Rotationsbewegung ausschließt, eine Potentialbewegung. Daneben können auch die Komponenten  $X, Y, Z$  der auf die Flüssigkeit wirkenden Kräfte ein Potential besitzen, d. h. es kann eine Funktion  $V$  von  $x, y, z$  existieren, deren partielle Differentialquotienten nach den Koordinaten  $X, Y, Z$  sind, so daß  $X = \frac{\partial V}{\partial x}$ ,  $Y = \frac{\partial V}{\partial y}$ ,  $Z = \frac{\partial V}{\partial z}$  ist. Die allgemeine Bewegung der Flüssigkeit, wobei die Teilchen rotieren, heißt die Wirbelbewegung.

Die Theorie der Wirbelbewegung ist zuerst von v. Helmholtz begründet worden (Crelle. Journal für reine und angewandte Mathematik, 55. Jahrg., 1858). Geht man von einem Teilchen zu einem folgenden über, welches auf der Rotationsachse des ersteren liegt, von diesem zu einem nächsten, auf der Rotationsachse dieses gelegenen u. f. w., so bildet der Inbegriff aller solcher Teilchen eine sogenannte Wirbellinie der Flüssigkeit. Eine solche Wirbellinie bleibt stets Wirbellinie und enthält immer dieselben Teilchen. Sie muß als das Grundelement der wirbelnden Flüssigkeit angesehen werden. Ein unendlich dünnes Bündel von Wirbellinien heißt ein Wirbelfaden. Auch der Wirbelfaden enthält stets dieselben Teilchen; Wirbellinie und Wirbelfaden können im Inneren der Flüssigkeit nicht anfangen und nicht enden. Sie enden vielmehr auf der Oberfläche oder laufen in sich zurück. Im letzteren Falle heißen sie Wirbelringe.

Linien von der Eigenschaft, daß ihre Tangentenrichtung mit der Richtung der Geschwindigkeit in einem bestimmten Zeitmoment zusammenfällt, heißen die Stromlinien für diesen Zeitmoment. Ist die Bewegung stationär, d. h. ist die Geschwindigkeit in einem bestimmten Punkt des Raumes unabhängig von der Zeit, so sind es auch die Stromlinien, und sie fallen unter dieser Voraussetzung mit den Bahnen der Flüssigkeitsteilchen zusammen. Bei einer Potentialbewegung der Flüssigkeit, wobei die Geschwindigkeitskomponenten Differentialquotienten des Geschwindigkeitspotentials  $\varphi$  sind, stehen die Stromlinien senkrecht zu den Flächen gleichen Potentials  $\varphi = \text{const.}$ , welche Niveaulächen heißen. Die Größe der Geschwindigkeit ist dem Abstand benachbarter Niveaulächen von derselben „Niveaudifferenz“ umgekehrt proportional. — Von großer Wichtigkeit für den Verlauf von Flüssigkeitsbewegungen ist die innere Reibung oder Zähigkeit der Flüssigkeit, die bei einer idealen Flüssigkeit als Null vorausgesetzt wird. Diese Reibung wirkt wie eine Scherkraft und ist der Geschwindigkeitsdifferenz benachbarter Teilchen, nicht aber dem Drucke proportional. — Nicht weniger wichtig ist schließlich der Umstand, daß eine Bewegung, die nach dem Ansatz der Hydrodynamik an sich möglich ist, noch nicht stabil zu sein braucht und bei der geringsten Störung aufhören und ganz unregelmäßigen, sogenannten turbulenten Bewegungen Platz machen kann. So ist die einfachste Bewegung einer zähen Flüssigkeit im Inneren einer zylindrischen Röhre, wobei die Stromlinien der Achse parallel laufen, nur für kleine Geschwindigkeiten in engen Röhren stabil (Poiseuille'sche Bewegung), in weiten Röhren bei größerer Geschwindigkeit tritt dagegen Turbulenz auf, die bewirkt, daß der Widerstand der Röhre, der für enge Röhren der Strömungsgeschwindigkeit proportional war, bei weiten Röhren annähernd mit dem Quadrate derselben wächst.

Literatur: Kirchhoff, Vorlesungen über mathematische Physik und Mechanik, Leipzig 1897, Bd. 15, 26. Vorlesung; Auerbach, Die theoretische Hydrodynamik, Braunschweig 1881; Lamb, Einleitung in die Hydrodynamik, bearbeitet von Reiff, Freiburg i. B. und Tübingen 1884; Derf., Hydrodynamics, Cambridge 1895; Auerbach, Hydrostatik, Hydrodynamik u. f. w. in Winkelmanns Handbuch der Physik, Breslau 1891; Basset, A treatise on Hydrodynamics, Cambridge 1888; Wien, Lehrbuch der Hydrodynamik, Leipzig 1900; Reynolds, O., An experimental investigation whether the motion of water shall be direct or sinuous etc., Land. Philos. Trans. 174 (1883); Bouffinesq, Théorie de l'écoulement tourbillonnant, Paris 1897. (Schell) Finsterwalder.

**Hydroextrakteur**, f. Zentrifugen.

**Hydrofugin**, Masse für wasserdichte Ueberzüge, besteht aus einem Gemisch von in Terpentinöl gelöstem palmitinsäuren Zinnoxid, Kupferoxyd und Aluminiumoxyd.

Andés.

**Hydrokarbür**, f. Mineralöle.

**Hydrologie** (Wasserkunde) bildet einen Teil der Geophysik und beschäftigt sich sowohl mit dem Herkommen des Stoffes  $H_2O$  in seinen verschiedenen Aggregatformen als auch mit den Wirkungen desselben. Einen wesentlichen Teil der Hydrologie bildet die Hydrographie, d. h. die Beschreibung und Aufzeichnung der auf der Erdoberfläche vorkommenden Gewässer; in der letzteren inbegriffen ist die Ozeanographie: die Beschreibung des Meeres.

Chemische Beschaffenheit, Aggregatform und Beziehungen zwischen Preßung, Temperatur und Gewicht des Wassers wollen in dem Art. Wasser nachgesehen werden. Die Entstehung und den Verlauf des sich aus der Dampfform bildenden flüssigen Wassers und des Eises zu erklären und zu verfolgen ist die Hauptaufgabe der Hydrologie. Man nennt die Vorgänge auch den Kreislauf des Wassers. Ende und Anfang des letzteren ist das Meer; in dieses ergießen sich schließlich alle bis dorthin flüssig bleibenden Gewässer und aus diesem vollzieht sich durch die Arbeit der Wärme die Umwandlung des flüssigen Wassers in die Dampfform. Die infolge der ungleichen Erwärmung der Erdoberfläche entstehenden atmosphärischen Strömungen tragen den Wasserdampf wieder über das Festland, wo er unter verschiedenen Einflüssen kondensiert wird, um dann als flüssiges Wasser von neuem den Kreislauf zu beginnen. Die regelmäßige Wiederkehr dieser Vorgänge ist veranlaßt durch die Bewegung der Erde um die Sonne, die Befruchtung der ihr zugewendeten Erdhälfte und durch die niedrige Temperatur des Weltraumes, in dem die Bewegung stattfindet. Sie ist auch die notwendige Vorbedingung für die Gesetzmäßigkeit der Erscheinungen flüssigen Wassers über und unter der Oberfläche des Festlandes. Diese Erscheinungen sind jedoch wandelbar. Erwünschte und unerwünschte Aenderungen hängen mit dem Eingreifen der Technik zusammen, die den Ablauf des flüssigen Wassers nach dem Meere beschleunigen oder hemmen (Flußregulierungen, Sammelteiche u. f. w.) sowie die Umwandlung in die Dampfform begünstigen oder hintanhaltend kann (Bodenkultur). Um diese Tätigkeit zu regeln und das durch die natürlichen Verhältnisse Gebotene richtig auszunutzen, sind hydrologische Studien von unschätzbarem Werte, besonders wenn sie sich mehr auf richtige

Beobachtung von Taffachen (Messungen, Kartierungen) als auf Spekulationen erstrecken. Im übrigen kann nur derjenige auf diesem Gebiete mit Erfolg arbeiten, der gründliche Kenntnisse der Hydraulik und brauchbare geognostische Unterlagen besitzt.

Faßt in allen Kulturstaaten sind in neuerer Zeit hydrographische Ämter, meist in Verbindung mit den meteorologischen Stationen, errichtet worden. Die bis 1884 vorliegenden Beobachtungen u. f. w., besonders aber eine reiche Literatur erwähnt [1]; weitere schätzenswerte Anhaltspunkte liefern [2] sowie die Publikationen der Staatsstellen, unter welchen wir [3] als Beispiel nennen.

Literatur: [1] Günther, S., Geophysik, Bd. 2, Stuttgart 1885. — [2] Wollny, Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik, Zeitschr., Heidelberg, alljährlich. — [3] Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden, Karlsruhe. Lueger.

**Hydrolyse**, die chemische Reaktion des Wassers auf Salze unter Bildung von Säure und Basis.

Die hydrolytische Spaltung von Salzen kann nur dann in merkbarer Maße eintreten, wenn die in dem Salz enthaltene Säure oder (bezw. und) Base von vergleichbarer Stärke mit den sauren bzw. basischen Eigenschaften des Wassers sind. Da diese gemäß feiner ungemein geringen elektrolytischen Dissoziation (f. d.) sehr schwach sind, so tritt Hydrolyse nur bei Salzen sehr schwacher Säuren und Basen auf, meist bei organischen Verbindungen, von Basen z. B. die aromatischen Amine wie Anilin und seine Homologe, von Säuren die Phenole (z. B. Karbolsäure), Blau-, Kohlen-, Phosphor-, Borfäure, Schwefelwasserstoff, die höheren Fettsäuren wie Stearin-, Palmitin-, Oelfäure. Diese letzteren Alkalisalze sind bekanntlich die Seifen, deren Wirkung gerade auf der Hydrolyse beruht, indem durch Wasser eine teilweise Spaltung in die Säure und freies Alkali hervorgerufen wird und letzteres dann eine lösende Kraft gegenüber Fett u. f. w. ausübt. Der Grad der hydrolytischen Spaltung ist von dem Mengenverhältnis von Salz und Wasser abhängig und beträgt nach Shields in Lösungen, die  $\frac{1}{10}$  g Molekeln pro Liter enthalten, bei Cyankalium 1,12%, Natriumkarbonat (Soda) 3,17%, Phenolkalium 3,05%. Von anorganischen Salzen unterliegen der Hydrolyse in merkbarer Grade die des Wismut, des Zinn, der Borfäure und tertiäre Phosphate; z. B. ist Trinatriumphosphat fast völlig nach folgender Gleichung hydrolysiert:  $Na_3PO_4 + HOH = Na_2HPO_3 + NaOH$ .

Literatur: Vgl. Abegg, Theorie der elektrolytischen Dissoziation (Ahrens' Sammlung), Stuttgart 1903; Shields, Zeitschr. für physikalische Chemie, Bd. 12, S. 167 ff. Abegg.

**Hydrometeore**, die Kondensationsprodukte des Wasserdampfes der Atmosphäre, für welche die Meteorologie folgende Symbole eingeführt hat (f. die Figur):



1 Nebel. 2 Regen. 3 Reif. 4 Schnee. 5 Tau. 6 Hagel. 7 Graupeln. 8 Schneegefäßer. 9 Eisnadeln.

**Hydrometrie**, f. Wassermessung.

**Hydrooxyde**, f. Hydrate.

**Hydrooxygengas**, f. v. w. Knallgas (f. d.).

**Hydrophan**, f. Opal.

**Hydrophon**, telephonischer Apparat am Land zur Anmeldung von Fahrzeugen, welche vom Meere herkommen. Eine mit Telephonplatte ausgerüstete eiserne Glocke wird in eine Wassertiefe von 10—30 m versenkt und durch das fortgeplante Geräusch der Schiffschrauben auf ca. 1 km Entfernung in Schwingungen versetzt, die sich auf den Apparat am Lande übertragen. Vgl. a. Wasserleitung.

**Hydrophor**, **Hydrophorschlauch**, **Hydropult**, f. Feuerchutz, Bd. 3, S. 771 ff.

**Hydrofop**, Sehapparat für Unterseeboote (f. d.).

**Hydrostatik**, die Lehre vom Gleichgewicht der Flüssigkeiten; sie bildet einen Spezialfall der Hydrodynamik, wenn angenommen wird, daß sich eine Flüssigkeit in relativer Ruhe befindet.

Für diesen Fall werden in den S. 157 aufgestellten Fundamentalgleichungen 1 die Werte der Geschwindigkeiten  $u, v, w$  gleich Null und man hat:

$$X - \frac{1}{\mu} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} = 0; \quad Y - \frac{1}{\mu} \frac{\partial p}{\partial y} = 0; \quad Z - \frac{1}{\mu} \frac{\partial p}{\partial z} = 0, \quad 1.$$

wobei  $X, Y, Z$  die in Richtung der Achsen wirkenden auf die Masseneinheit bezogenen Komponenten der äußeren Kräfte,  $\mu$  die Masse der Volumeneinheit (Dichte vgl. Bd. 2, S. 740),  $p$  die im Punkte  $x, y, z$  herrschende Pressung pro Flächeneinheit bedeuten. Multipliziert man die erste der Gleichungen 1. mit  $dx$ , die zweite mit  $dy$ , die dritte mit  $dz$  und addiert, so ergibt sich, weil  $\frac{\partial p}{\partial x} \cdot dx + \frac{\partial p}{\partial y} \cdot dy + \frac{\partial p}{\partial z} \cdot dz = dp$ :

$$\mu (X dx + Y dy + Z dz) = dp. \quad 2.$$

Die Integration dieser Gleichung liefert die Pressung als Funktion der Koordinaten  $x, y, z$ , wenn für einen bestimmten Zustand an einer bestimmten Stelle die Pressung bekannt ist, also die bei der Integration entstehende Konstante ermittelt werden kann. Für  $dp=0$ , also  $p=c$  ergeben sich die sogenannten Niveauflächen, in welchen die Pressung überall einen kon-

stanten Wert annimmt (Flächen gleicher Pressung). Die zu 2. gehörigen Erörterungen allgemeiner Natur wollen in [1], S. 285 ff., nachgesehen werden.

Ohne Rückficht auf Wärmebewegung und Molekularkräfte nimmt in einer relativ ruhenden Flüssigkeit nur die Schwerkraft (welche auf die Masseneinheit bezogen =  $g$  ist) Einfluß auf die Pressung; es wird dann  $X=0, Y=0$ , und, sofern man die  $Z$ -Achse positiv in Richtung der Schwere wählt,  $Z=g$ . Somit ergibt sich aus 2.

$$dp = \mu g dz = \gamma dz \quad 3.$$

unter  $\gamma$  das Gewicht der Volumeneinheit der Flüssigkeit verstanden (vgl. Bd. 2, S. 740). Bei Annahme eines konstanten Wertes von  $\gamma$  (unzsfammendrückbare Flüssigkeit und Vernachlässigung der Wärmewirkung) liefert die Integration mit den zusammengehörigen Anfangswerten  $p = p_0, z = h$ :

$$p - p_0 = \gamma(z - h). \quad 4.$$

Aus dieser Gleichung erfieht man ohne weiteres, daß, weil anlässlich der Annahme für die  $Z$ -Achse die  $XY$ -Ebene horizontal sein muß, alle Niveauflächen horizontale Ebenen sind, mithin auch der Spiegel der Flüssigkeit. Ist der letztere (vgl. Fig. 1) dem atmosphärischen Drucke  $p_0$  ausgesetzt, so nennt man in bezug auf den Punkt  $M$ , wenn  $p_0 = \gamma h, z = p : \gamma$  die Druckhöhe und  $z - h = (p - p_0) : \gamma$  die Ueberdruckhöhe (vgl. Bd. 3, S. 123).

Für die Technik von größter Bedeutung sind die Pressungen, welche das ruhende Wasser auf die Wände der einschließenden Gefäße ausübt. Ist in diesem Falle, wie gewöhnlich, die gedrückte Fläche beiderseits mit der atmosphärischen Pressung belafet, so kommt für die resultierende Pressung nur der Ueberdruck  $\gamma(z - h)$  in Betracht. Verlegt man den Koordinatenanfang in den Spiegel der Flüssigkeit, versteht man also jetzt unter  $z$  die Tiefe des gedrückten Flächenelementes  $dF$  unter dem Spiegel, so ist die normal gegen dieses eben gedachte Element gerichtete, von der Ueberdruckhöhe  $z$  herrührende Wasserpressung  $dp$ :

$$dp = \gamma z dF. \quad 5.$$

Wir werden nun im folgenden die wichtigsten, mit Hilfe dieser Formel lösbaren Probleme der Wasserpressung gegen Gefäßwände berechnen.

**1. Wasserpressung gegen ebene oder zylindrische Wandflächen, die in Richtung der mit dem Spiegel des Wassers parallelen Erzeugenden eine konstante Breite  $b$  haben.** — Das obere Ende einer ebenen Fläche liege in der Tiefe  $h_0$ , das untere in  $h_1$  unter Spiegel (Fig. 2); die Länge der Fläche sei =  $d$ , ihre konstante Breite fenkrecht zur  $XZ$ -Ebene =  $b$ . Entsprechend der Figur wird:

$$x = a(h_1 - z) : h_1; z = h_1(a - x) : a; a dz = -h_1 \cdot dx.$$

Das vom Wasser gedrückte Flächenelement in der Richtung der  $X$ -Achse ist =  $b \cdot dx$ ; jenes in Richtung der  $Z$ -Achse =  $b \cdot dz$ . Man hat also für die Komponenten der Pressung  $P$ :

$$P_x = \gamma b \int_{h_0}^{h_1} z \cdot dx = \gamma b \cdot \frac{h_1^2 - h_0^2}{2}; P_z = \gamma b \int_0^d \int_{h_1}^{h_0} z \cdot dz = \gamma b c \cdot \frac{h_1 + h_0}{2}.$$

mithin:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \gamma b d \cdot \frac{h_1 + h_0}{2}.$$

Der Angriffspunkt der Resultanten ist bestimmt, wenn man die Ordinate  $z_1$  deselben ermittelt. Letztere findet sich als Mittelpunkt der Parallelkräfte  $P_z$  aus der Gleichung

$$z_1 = \frac{\int z^2 \cdot dx}{\int z \cdot dx} = \frac{\int_{h_0}^{h_1} z^2 \cdot dz}{\int_{h_0}^{h_1} z \cdot dz} = \frac{2}{3} \cdot \frac{h_1^3 - h_0^3}{h_1^2 - h_0^2}.$$

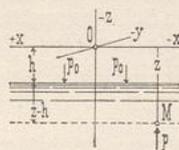


Fig. 1.

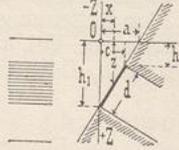


Fig. 2.

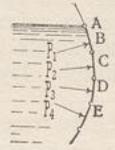


Fig. 3.

Nachdem  $F = bd$  die Größe der gedrückten Fläche,  $(h_1 + h_0) : 2$  der vertikale Abstand ihres Schwerpunktes vom Spiegel ist, ergibt sich die Regel: Die Pressung auf eine ebene Fläche ist gleich dem Produkte aus dem Gewichte einer Wasserfäule von der Basis  $F$  und einer Höhe gleich dem Vertikalabstande des Schwerpunktes von  $F$  unter Spiegel.

Ist die Fläche gekrümmt, so muß eine Gleichung der im Schnitte der  $XZ$ -Ebene entstandenen Leitlinie des Zylinders bestehen, welche für die ganze Fläche oder einen beliebigen Teil derselben die Komponenten  $P_x, P_z$  der Pressung und ihre Angriffspunkte  $x_1$  und  $z_1$ :

$$P_x = \gamma b \int z dz, P_z = \gamma b \int z dx, x_1 = \int x z \cdot dz : \int z dz, z_1 = \int z^2 dx : \int z dx$$

ermitteln läßt. Diesbezügliche Rechnungen sind zwar einfach, aber unbequem. Man ermittelt deshalb die Wasserpressungen auf gekrümmte Flächen in der Regel annähernd, und zwar dadurch, daß man die in der  $XZ$ -Ebene als Schnittlinie erscheinende Kurve  $ABCDE$  (Fig. 3) in ein Polygon mit den Ecken  $ABCDE$  umwandelt, die Pressungen gegen die so gedachten ebenen Flächen aus dem Angriffspunkte nach der vorhergehenden Methode feststellt und sodann die Zusammensetzung der verschiedenen  $P$  graphostatisch vornimmt. Die Methode ist übersichtlich und gewährt größere Sicherheit gegen Irrtümer als das rein analytische Verfahren.

**2. Wasserpressungen gegen ebene Flächen, welche fenkrecht zur  $XZ$ -Ebene nicht überall die gleiche Breite  $b$  haben.** Legt man das Koordinatensystem so, daß der Ursprung in die Schnittlinie der ebenen Fläche mit dem Spiegel fällt und die  $XZ$ -Ebene fenkrecht auf dieser die  $Y$ -Achse bildenden Schnittlinie steht, so ist nach dem vorhergehenden jedenfalls die Pressung  $P$  gegen die Fläche  $F$ :  $P = \gamma \int z \cdot dF = \gamma F s$ , unter  $s$  den Vertikalabstand des Schwerpunktes unter Spiegel verstanden. Ferner sind die Momente der Elementarpressungen in bezug

auf die Ebene der  $YZ: \gamma x z \cdot dF$ , auf die Ebene der  $XZ: \gamma y z \cdot dF$ , auf die Ebene der  $XY: \gamma z^2 \cdot dF$ . Hieraus ergeben sich die Koordinaten des Angriffspunktes der Gesamtpressung  $P$ :

$$x_1 = \int x z \cdot dF : F s; \quad y_1 = \int y z \cdot dF : F s; \quad z_1 = \int z^2 \cdot dF : F s.$$

Außerdem besteht infolge der Wahl des Koordinatensystems (Fig. 4) die allgemeine Beziehung  $x = m z$ , also  $x_1 = m z_1$ .

Hat die Fläche  $F$  eine Symmetrielinie oder Mittellinie, in welche der Druckmittelpunkt notwendigerweise fallen muß, so genügt es, die Koordinate  $z_1$  zu berechnen. Dies ist z. B. der Fall bei einem Trapez, dessen parallele Seiten  $a$  und  $b$  mit der  $Y$ -Achse parallel sind (Fig. 5). Für diese Figur ist  $u(h_1 - h_0) = c(z - h_0)$ , also  $(h_1 - h_0) \cdot du = c \cdot dz$ . Das Flächenelement wird:  $dF = \left(a + \frac{b-a}{c} u\right) du$ , und wenn man  $u$  und  $du$  aus der vorhin gefundenen Beziehung ersetzt, so folgt:  $dF = [a h_1 - b h_0 + (b-a) z] \cdot \frac{c \cdot dz}{(h_1 - h_0)^2}$ , womit:

$$P = \gamma \int_{h_0}^{h_1} z dF = \frac{\gamma c}{6(h_1 - h_0)^2} \cdot [3(a h_1 - b h_0)(h_1^2 - h_0^2) + 2(b-a)(h_1^3 - h_0^3)]$$

gefunden wird. Die  $z$ -Koordinate des Angriffspunktes von  $P$  ermittelt sich zu:

$$z_1 = \int_{h_0}^{h_1} z^2 dF : \int_{h_0}^{h_1} z dF = \frac{4(a h_1 - b h_0)(h_1^3 - h_0^3) + 3(b-a)(h_1^4 - h_0^4)}{6(a h_1 - b h_0)(h_1^2 - h_0^2) + 4(b-a)(h_1^3 - h_0^3)}$$

Wird  $a = b$ , d. h. ändert sich das Trapez in ein Parallelogramm von der Höhe  $c$  und der Grundlinie  $a$  (Fig. 6), so wird:

$$P = \gamma c a \cdot \frac{h_1 + h_0}{2}; \quad z_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{h_1^3 - h_0^3}{h_1^2 - h_0^2}$$

Wird  $b = 0$ , d. h. ändert sich das Trapez in ein auf der Spitze stehendes Dreieck (Fig. 7), so ist:

$$P = \gamma c a \cdot \frac{h_1^3 + 2 h_0^3 - 3 h_1 h_0^2}{6(h_1 - h_0)^2}, \quad z_1 = \frac{h_1^4 + 3 h_0^4 - 4 h_1 h_0^3}{2 h_1^3 + 4 h_0^3 - 6 h_1 h_0^2}$$

Mit  $a = 0$  ergibt sich ein auf der Grundlinie stehendes Dreieck (Fig. 7a), wofür:

$$P = \gamma c b \cdot \frac{h_0^3 + 2 h_1^3 - 3 h_0 h_1^2}{6(h_1 - h_0)^2}, \quad z_1 = \frac{h_0^4 + 3 h_1^4 - 4 h_0 h_1^3}{2 h_0^3 + 4 h_1^3 - 6 h_0 h_1^2}$$

Weitere Vereinfachungen ergeben sich mit  $h_0 = 0$ , d. h. wenn die obere Seite des Trapezes mit der  $Y$ -Achse zusammenfällt, und  $c = h_1 - h_0$ , d. h. wenn die gedrückte Fläche des Trapezes vertikal steht; sie sind leicht zu finden.

Für eine elliptische Fläche, deren kleine Achse  $b$  mit der  $Y$ -Achse parallel geht und deren Mittelpunkt in der Tiefe  $h$ , deren Scheitel in  $h_0$  unter der Abziffernachs (Fig. 8) liegen, bestehen die Beziehungen:  $\frac{u^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ ;  $dF = 2y du$ ;  $y = b \sqrt{1 - \frac{u^2}{a^2}}$ , da die Ebene der  $XZ$  die große Achse der Fläche enthält. Aus der Figur ergibt sich ferner:  $u(h - h_0) = a(h - z)$ .

Es wird demgemäß:  $P = \gamma \int_{h_0}^{2h-h_0} z dF = \gamma a b \pi h$ , und man erhält für  $z_1$ :

$$z_1 = \int_{h_0}^{2h-h_0} z^2 dF : \int_{h_0}^{2h-h_0} z dF = h + \frac{(h - h_0)^2}{4h}$$

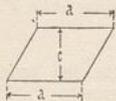


Fig. 6.

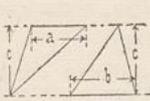


Fig. 7.

Fig. 7a.

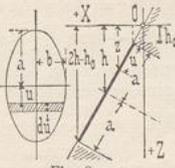


Fig. 8.

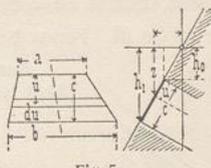


Fig. 5.

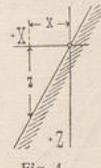


Fig. 4.

Selbstverständlich gelten diese Resultate auch für den Kreis von Radius  $R$ , wenn  $b = a = R$  gesetzt wird.

Es ist zu beachten, daß der Wasserdruck stets normal gegen die gedrückte Fläche gerichtet ist, also in vielen Fällen auch als Auftrieb (f. d.) wirkt. Wasserpressungen auf gekrümmte Flächen sind nicht parallel und lassen sich nicht immer auf eine Resultierende reduzieren. Der Angriffspunkt der resultierenden Wasserpressung und der Schwerpunkt der gedrückten Fläche fallen nur bei horizontaler Lage der letzteren zusammen; bei geneigten Flächen liegt der gedachte Angriffspunkt stets tiefer als der Schwerpunkt.

Literatur: [1] Grashof, F., Hydraulik, Leipzig 1875. — [2] Lueger, O., Wasserversorgung der Städte, Darmstadt 1895, wofelbst reichliche, chronologisch geordnete Literaturangaben. Lueger.

**Hydrostatische Presse**, f. v. w. Realfche Presse (f. d.).

**Hydrostatische Wage**, eine gewöhnliche zweiarmige Wage mit der Abänderung, daß die eine Wagschale höher hängt als die andre, so daß daran mittels dünner Drähte aufgehängte Körper sowohl in der Luft als untergetaucht in ein Gefäß mit Wasser gewogen werden können zum Zwecke der Ermittlung des spezifischen Gewichtes der Körper. Das Gewicht und der Auftrieb des

mit untergetauchten Drahtstücks müssen durch besonderen Versuch ermittelt werden.

Aug. Schmidt.

**Hydrofulfitküpe**, f. Indigoküpen.

**Hydrotachylit**, f. Gläser, natürliche.

**Hydrotelegraphie**, Telegraphie ohne Drahtleitung durch die Erde oder das Wasser mittels galvanischer Ströme; f. Telegraphie.

**Hydroxyde** (Hydrooxyde), f. Hydrate.

**Hydroxyl**, in der Chemie die einwertige Atomgruppe  $OH$ , tritt wie ein einwertiges Atom auf und wird in Verbindungen oft durch einwertige Atome (Chlor, Brom u. f. w.) ersetzt; f. a. Hydrate.

Bujard.

**Hydrozinkit** (Zinkblüte), Mineral, wasserhaltiges Zinkkarbonat  $Zn_3CO_5 + 2H_2O$  (75,24%  $ZnO$ , 13,62%  $CO_2$ , 11,14%  $H_2O$ ), meist weiße bis gelbe, dichte, erdige bis nierenförmige Massen. Spez. Gew. 4,25. Wegen feines untergeordneten Vorkommens technisch unbedeutend.

Leppla.

**Hyetometer**, f. Regenmesser.

**Hygrometer**, f. Feuchtigkeitsmesser; Hygrometrie, die Lehre von der Messung des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes.

**Hygrokop**, Instrument zur Schätzung der Feuchtigkeit der Luft; f. Feuchtigkeitsmesser.

**Hypäthros**, f. v. w. unter freiem Himmel; jene griechischen Tempel hießen Hypäthraltempel, die im Dache und in der Decke eine Lichtöffnung (Opaion) hatten.

Es waren dies stets nur die größeren Tempel, die eine besondere Beleuchtung erforderten, und da dann auch die Spannweite eine größere war, erschien die Cella durch zwei Säulenreihen in drei ungleich große Schiffe geteilt; auf diesen Säulen standen dann kleinere Säulen, welche die Deckenbalken zu tragen hatten. Das einzige noch einigermaßen wohlherhaltene diesbezügliche Beispiel bietet der Poseidon-Tempel zu Pästum.

Literatur: [1] Vitruvii, M. P., Architectura, 2. Buch, Kap. 2. — [2] Roß, Hypäthraltempel, Halle 1846. — [3] Böttcher, Karl, Der Hypäthraltempel, Potsdam 1847. — [4] Handbuch der Architektur, 2. Teil, Bd. 1; Durm, J., Baukunst der Griechen, Darmstadt 1881. Weinbrenner.

**Hyperbel**, f. Kegelschnitte.

**Hyperbelfunktionen**, die (wahrscheinlich von Riccati um 1753 zuerst eingeführten) Funktionen  $\sin h$  (= sinus hyperbolicus),  $\cos h$ ,  $\operatorname{tg} h$ ,  $\operatorname{ctg} h$ , welche auch (nach Gudermann) mit  $\operatorname{Sin}$ ,  $\operatorname{Cos}$ ,  $\operatorname{Tg}$ ,  $\operatorname{Ctg}$  bezeichnet werden und sich geometrisch auf ähnliche Art von der gleichseitigen Hyperbel herleiten lassen, wie die Kreisfunktionen  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\operatorname{tg}$ ,  $\operatorname{ctg}$  vom Kreise.

Ist nämlich (f. die Figur)  $o$  der Mittelpunkt,  $a$  ein Scheitel einer gleichseitigen Hyperbel, deren reelle Halbachse  $oa$  die Länge Eins hat,  $b$  ein beliebiger Punkt der Kurve,  $b'$  der in bezug auf die reelle Achse symmetrisch zu  $b$  liegende Punkt,  $c$  der Schnittpunkt der Sehne  $bb'$  mit der reellen Achse,  $d$  der Schnittpunkt der Geraden  $ob$  mit der Scheiteltangente  $ad$ , so werden die Strecken  $cb$ ,  $oc$ ,  $ad$  als Funktionen der (in der Figur schraffierten) Hyperbelfläche  $obab'o$  aufgefaßt und man schreibt  $cb = \operatorname{Sin} \varphi$ ,  $oc = \operatorname{Cos} \varphi$ ,  $ad = \operatorname{Tg} \varphi$ , wenn  $\varphi =$  Fläche  $obab'o = 2$  mal Fläche  $obao$  ist. Ferner bezeichnet man  $\frac{1}{\operatorname{Tg} \varphi}$  mit  $\operatorname{Ctg} \varphi$ .

Analytisch werden diese Funktionen durch die für jeden (auch imaginären) endlichen Wert von  $\varphi$  gültigen Formeln:

$$\operatorname{Sin} \varphi = \frac{e^\varphi - e^{-\varphi}}{2} = \frac{\varphi^1}{1!} + \frac{\varphi^3}{3!} + \frac{\varphi^5}{5!} + \dots,$$

$$\operatorname{Cos} \varphi = \frac{e^\varphi + e^{-\varphi}}{2} = 1 + \frac{\varphi^2}{2!} + \frac{\varphi^4}{4!} + \frac{\varphi^6}{6!} + \dots,$$

$$\operatorname{Tg} \varphi = \frac{\operatorname{Sin} \varphi}{\operatorname{Cos} \varphi} = \frac{e^\varphi - e^{-\varphi}}{e^\varphi + e^{-\varphi}}, \quad \operatorname{Ctg} \varphi = \frac{\operatorname{Cos} \varphi}{\operatorname{Sin} \varphi} = \frac{e^\varphi + e^{-\varphi}}{e^\varphi - e^{-\varphi}}$$

definiert. Entsprechend der Gleichung  $x^2 - y^2 = 1$  für die gleichseitige Hyperbel hat man:

$$\operatorname{Cos}^2 \varphi - \operatorname{Sin}^2 \varphi = 1,$$

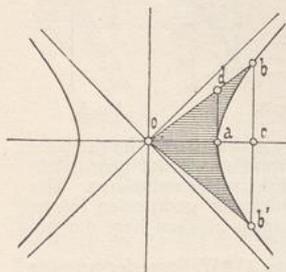
woraus folgt

$$1 - \operatorname{Tg}^2 \varphi = \frac{1}{\operatorname{Cos}^2 \varphi}, \quad \operatorname{Ctg}^2 \varphi - 1 = \frac{1}{\operatorname{Sin}^2 \varphi}.$$

$\operatorname{Cos}$  ist eine gerade Funktion, d. h.  $\operatorname{Cos}(-\varphi) = +\operatorname{Cos} \varphi$ ;  $\operatorname{Sin}$ ,  $\operatorname{Tg}$ ,  $\operatorname{Ctg}$  sind ungerade Funktionen, d. h.  $\operatorname{Sin}(-\varphi) = -\operatorname{Sin} \varphi$  u. f. w.

Für reelle Werte des Arguments  $\varphi$  kann  $\operatorname{Sin} \varphi$  jeden positiven oder negativen Zahlenwert annehmen,  $\operatorname{Cos} \varphi$  dagegen nicht kleiner als  $+1$ ,  $\operatorname{Tg} \varphi$  weder kleiner als  $-1$ , noch größer als  $+1$ , sein, in Zeichen:  $\operatorname{Cos} \varphi \geq +1$ ,  $-1 \leq \operatorname{Tg} \varphi \leq +1$ .

Es bestehen für die Hyperbelfunktionen auch Additionstheoreme, Formeln für die Funktionen der doppelten und halben Argumente u. f. w., und zwar von derselben Gestalt wie für die Kreisfunktionen; nur in den Vorzeichen der Glieder ist manchmal ein Unterschied. Aus jeder



Beziehung zwischen Kreisfunktionen erhält man die entsprechende Beziehung der Hyperbelfunktionen, wenn man statt der in ersterer vorkommenden Argumente  $\alpha, \beta, \dots$  das  $i$ -fache, also  $i\alpha, i\beta, \dots$  setzt, dann die Gleichungen:

$\sin ix = i \operatorname{Sin} x$ ,  $\cos ix = \operatorname{Cos} x$ ,  $\operatorname{tg} ix = i \operatorname{Tg} x$ ,  $\operatorname{ctg} ix = -i \operatorname{Ctg} x$   
 anwendet und nötigenfalls mit einer Potenz von  $i$  dividiert. So folgt aus

$$\begin{aligned} \sin(\alpha + \beta) &= \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta; \\ \sin(i\alpha + i\beta) &= \sin i\alpha \cos i\beta + \cos i\alpha \sin i\beta \text{ oder} \\ i \operatorname{Sin}(\alpha + \beta) &= i \operatorname{Sin} \alpha \operatorname{Cos} \beta + i \operatorname{Cos} \alpha \operatorname{Sin} \beta, \text{ also} \\ \operatorname{Sin}(\alpha + \beta) &= \operatorname{Sin} \alpha \operatorname{Cos} \beta + \operatorname{Cos} \alpha \operatorname{Sin} \beta; \text{ ferner} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{aus } \cos(\alpha + \beta) &= \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta \\ \operatorname{Cos}(\alpha + \beta) &= \operatorname{Cos} \alpha \operatorname{Cos} \beta - \operatorname{Sin} \alpha \operatorname{Sin} \beta \end{aligned}$$

die Beziehung

(das Vorzeichen + im zweiten Glied ist zu beachten) u. f. w.

Ist  $\operatorname{Sin} \varphi = u$ , so schreibt man  $\varphi = \operatorname{Ar} \operatorname{Sin} u$ , d. h.  $\operatorname{Ar} \operatorname{Sin} u$  bedeutet diejenige Hyperbelfläche, deren  $\operatorname{Sin}$  gleich  $u$  ist. Entsprechende Bedeutung haben  $\operatorname{Ar} \operatorname{Cos} u$ ,  $\operatorname{Ar} \operatorname{Tg} u$ ,  $\operatorname{Ar} \operatorname{Ctg} u$ . ( $\operatorname{Ar}$  ist die Abkürzung des lateinischen *area* = Fläche, Flächeninhalt; die häufig benutzte Schreibweise  $\operatorname{Arc} \operatorname{Sin}$ ,  $\operatorname{Arc} \operatorname{Cos}$  u. f. w. ist zu verwerfen.) Man hat

$$\operatorname{Ar} \operatorname{Sin} u = \ln(u + \sqrt{u^2 + 1}), \quad \operatorname{Ar} \operatorname{Cos} u = \ln(u + \sqrt{u^2 - 1}),$$

$$\operatorname{Ar} \operatorname{Tg} u = \frac{1}{2} \ln \frac{1+u}{1-u}, \quad \operatorname{Ar} \operatorname{Ctg} u = \frac{1}{2} \ln \frac{u+1}{u-1}.$$

Erwähnt seien noch die Differentialformeln

$$d \operatorname{Sin} x = \operatorname{Cos} x dx, \quad d \operatorname{Cos} x = -\operatorname{Sin} x dx \text{ (Vorzeichen +)},$$

$$d \operatorname{Tg} x = \frac{dx}{\operatorname{Cos}^2 x}, \quad d \operatorname{Ctg} x = -\frac{dx}{\operatorname{Sin}^2 x}$$

und die Integralformeln

$$\begin{aligned} \int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 1}} &= \operatorname{Ar} \operatorname{Sin} x + c, & \int \frac{dx}{\sqrt{x^2 - 1}} &= \operatorname{Ar} \operatorname{Cos} x + c, \\ \int \frac{dx}{1-x^2} &= \operatorname{Ar} \operatorname{Tg} x + c \quad (x < 1); & \int \frac{dx}{x^2 - 1} &= -\operatorname{Ar} \operatorname{Ctg} x + c \quad (x > 1). \end{aligned}$$

Die Hyperbelfunktionen haben sich nicht bloß in der Mathematik bei der Auflösung kubischer Gleichungen (f. den Art. Gleichungen, Bd. 4, S. 563), bei der Darstellung der Kettenlinie (f. d.), allgemeiner der Seilkurven für horizontal begrenzte Belastungsflächen [5], der Antifriktionskurve oder Huyghenschen Traktorie, bei vielen Integralen u. f. w., in der nautischen Astronomie [6] u. f. w., sondern auch in verschiedenen Zweigen der technischen Wissenschaften [7]—[9] als sehr nützlich, ja unentbehrlich erwiesen.

Literatur: Ausführlichste Theorie und Geschichte der Hyperbelfunktionen in [1]; Tafeln: vierförmig in [2] und [3], fünf- bis siebenförmig [4]. — [1] Günther, Siegm., Die Lehre von den Hyperbelfunktionen, Halle 1881. — [2] Des Ingenieurs Taschenbuch, herausgeg. vom akadem. Verein Hütte, 18. Aufl., Berlin 1902, Abt. 1, S. 28—32. — [3] Ligowski, W., Taschenbuch der Mathematik, 3. Aufl., Berlin 1893, S. 22—36. — [4] Derf., Tafeln der Hyperbelfunktionen und der Kreisfunktionen nebst einem Anhang, enthaltend die Theorie der Hyperbelfunktionen, Berlin 1890. — [5] Zimmermann, H., Ueber Seilkurven, Zentralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 3, 1883, S. 231. — [6] Villarceau, Yvon et Magnac, Nouvelle navigation astronomique, Paris 1877. — [7] Ligowski, W., Die Bestimmung der Form und Stärke gewölbter Bogen mit Hilfe der hyperbolischen Funktionen, Erbkams Zeitschrift f. Bauwesen, 4. Jahrg., 1854, S. 127, 267. — [8] Zimmermann, H., Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues, Berlin 1888. — [9] Lodge, J., The electrical transmission of power, Engineer 1883, I, S. 59, 97, 137, 179. Mehmke.

**Hyperbelräder** sind an Stelle von Kegelrädern anzuwenden, wenn die Wellen beider Zahnräder aneinander vorbeigehen müssen. Bei Uebertragung großer Kräfte vermeidet man sie, weil die Zähne sich nicht nur in der Richtung vom Fuß zum Kopf reiben, sondern auch in der Breitenrichtung aneinander gleiten und darum bei starkem Zahndruck großen Reibungsverlust und schnelle Abnutzung verursachen. Die Zähne sind der Breite nach geradlinig verjüngt, stehen aber nicht zentrisch, sondern schräg.

Spannt man zwischen zwei gleichen konaxialen Reifen parallele Fäden, so daß diese zunächst in einer Zylinderfläche liegen, und dreht den einen Reifen um seine Achse um  $180^\circ$ , so bilden die Fäden eine Kegelfläche; dreht man aber weniger als  $180^\circ$ , so ist die von geradlinigen Fäden umschriebene Fläche ein Hyperboloid, weil ihre Meridiananschnitte Hyperbeln darstellen. Der kleinste Kreis in der Mitte zwischen beiden Reifen heißt Kehlkreis. Die geraden Linien der gespannten Fäden geben die gerade Berührungslinie zweier aneinander gelegten Hyperboloide und zugleich die Richtung der Zähne eines Hyperbelrades an. Läßt man zwei sich berührende Hyperboloide um ihre Achsen rotieren, indem man sich anstatt der Fäden Zähne denkt, so muß die Geschwindigkeit  $v$  senkrecht zur geraden Berührungslinie für beide Räder dieselbe sein. In der Umfangersrichtung dagegen sind die Zahngeschwindigkeiten  $v_1$  und  $v_2$  verschieden, je nach dem Winkel zwischen der Geraden und den Umfängen der beiden Räder. Es sei weiterhin vorausgesetzt, daß die Achsen einen Winkel von  $90^\circ$  bilden und im Abstände  $a$  (Fig. 1 und 3) aneinander vorbeigehen, daß ferner das Uebersetzungsverhältnis  $Z_1 : Z_2 = n_2 : n_1$  (z. B. = 1 : 2 in der Figur) gegeben sei. In Fig. 2 geht, der Bildebene parallel (also unverkürzt), die gerade Berührungslinie  $CD$  der Hyperboloide von dem scheinbaren Schnittpunkte  $C$  der Achsen aus, und zwar so, daß  $DA : DB = Z_1 : Z_2$  ist. Durch die Annahme des Punktes  $D$  ist die Größe der Räder bestimmt. Am kleinsten werden die Kehlkreise mit den Radien  $k_1$  und  $k_2$ .

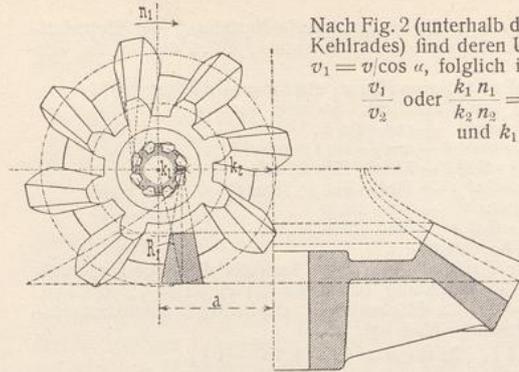


Fig. 1.

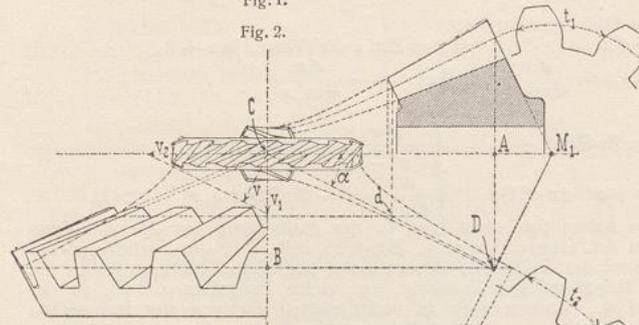


Fig. 2.

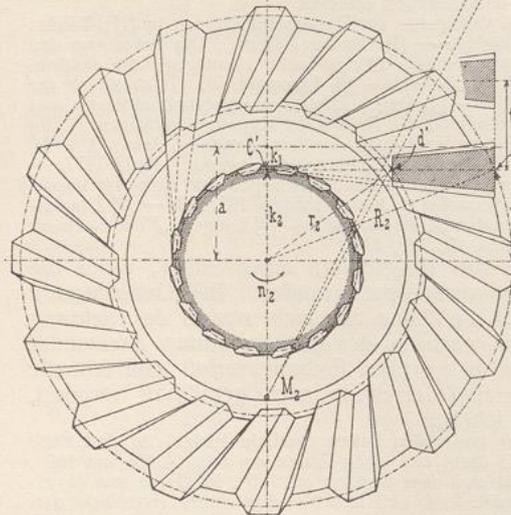


Fig. 3.

Nach Fig. 2 (unterhalb des in Ansicht gezeichneten, obenauffliegenden Kehlrades) sind deren Umfangsgeschwindigkeiten  $v_2 = v/\sin \alpha$  und  $v_1 = v/\cos \alpha$ , folglich ist:

$$\frac{v_1}{v_2} \text{ oder } \frac{k_1 n_1}{k_2 n_2} = \frac{v \sin \alpha}{v \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{DA}{DB} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

und  $k_1 : k_2 = (n_2 : n_1)^2 = (Z_1 : Z_2)^2$ .

In dem Verhältnis  $k_1 : k_2$  ist die Achsenentfernung  $a$  in Fig. 1 und 3 zu teilen. Als Tangenten an den so erhaltenen Kehlkreisen bestimmen die Projektionen von  $CD$  in Fig. 1 und 3 die Richtungen der Zähne. In dem Abstände des in Fig. 3 projizierten Punktes  $D'$  von der Achse des Rades erhält man den Radius  $R_2$  des äußeren Teilkreises. Hat man weiter den Punkt  $d$  in Fig. 2, der Zahnbreite  $Dd$  entsprechend, angenommen, so ergibt sich aus der Projektion  $d'$  in Fig. 3 der Radius  $r_2$  des inneren Teilkreises. Trägt man diese Radien  $R_2$  und  $r_2$  und außerdem noch beliebige andre ebenso konstruierte Radien in Fig. 2 ein, so erhält man die Punkte der Hyperbel des zweiten Rades und ebenso aus Fig. 1 die des ersten Rades. Senkrecht zur Zahnrichtung  $C'D'$  in Fig. 3 ist die für beide Räder gleiche und für die Zahnstärke maßgebende Teilung  $t_0 = 2\pi \cdot C'D'/Z_2$  aufgetragen. Weil nun aber die Zähne am äußeren Umfang schräg unter dem Winkel, den  $C'D'$  mit  $R_2$  bildet, abgeschnitten sind, wird die am Rade meßbare Teilung  $t_2$  im Verhältnis  $R_2 : C'D'$  größer als  $t_0$ . Entsprechend ergibt sich aus Fig. 1 die Teilung  $t_1$  für das kleine Rad. Hiernach werden die Umfangsteilungen beider Räder verschieden. Errichtet man in Fig. 2 auf  $CD$  in  $D$  ein Lot, so erhält man in dessen Schnittpunkten auf den Achsen die Spitzen  $M_1$  und  $M_2$  der Kegel, welche die Zahnkränze außen begrenzen. In der Abwicklung dieser Kegel (Fig. 2, rechts) sind die Zahnkurven zu konstruieren. Hiernach lassen sich die Begrenzungslinien der Zähne in die Räder einzeichnen. An Stelle der Hyperboloide, welche die Kopfflächen und den Zahnboden bilden, wird man Kegelflächen annehmen.

Die in den Figuren eingezeichneten Kehlkreisträder sind Schraubenträger. Wegen der starken Steigung der Zähne am kleineren Rade wird dieses das größere nicht zu treiben vermögen, wohl aber umgekehrt von dem größeren

getrieben werden können. — Zur Anwendung kommen hyperbolische Räder beispielsweise an den Spindelbänken für Baumwollspinnerei (f. Bd. 1, S. 610).

Literatur: [1] Reuleaux, Der Konstrukteur, Braunschweig 1882—89, S. 549—554. — [2] Keller, Triebwerke, München 1904, S. 163—170. — [3] Herrmann-Weisbach, Mechanik, Braunschweig 1876, 3. Teil, 1. Abt., S. 228—237.

**Hyperbelträger, f. Schwedler-Träger.**

**Hyperboloid, f. Flächen zweiten Grades.**

**Hyperelliptische Integrale und Funktionen.** Ein Integral heißt hyperelliptisch, wenn unter dem Integralzeichen ein Ausdruck  $\sqrt{X}$  vorkommt, wo  $X$

ein Ausdruck vom  $p$ -Grad in  $x$  und  $p > 4$  ist; es heißt insbesondere ultraelliptisch, wenn  $p$  gleich 5 oder 6 ist.

Die hyperelliptischen Integrale zerfallen wie die elliptischen (f. d.) in drei Gattungen, je nachdem sie für keinen Wert von  $x$  unendlich oder für einen Wert von  $x$  algebraisch unendlich oder für zwei Werte von  $x$  logarithmisch unendlich werden. Sie sind  $(p-2)$ - oder  $(p-1)$ -fach unendlich vieldeutig, je nachdem  $p$  gerade oder ungerade ist.

Hyperelliptische Funktionen entstehen durch Umkehrung der hyperelliptischen Integrale. Doch kann z. B. in dem ultraelliptischen Integral

$u = \int \frac{dx}{\sqrt{X}}$ , wo  $X = a_0 x^6 + a_1 x^5 + \dots + a_6$  ist, nicht die obere Grenze  $x$  als Funktion des Integrals  $u$  bestimmt werden. Es müssen vielmehr  $x$  und  $y$  aus den beiden Gleichungen:

$u = \int \frac{dx}{\sqrt{X}} + \int \frac{dy}{\sqrt{Y}}$ ;  $v = \int \frac{x dx}{\sqrt{X}} + \int \frac{y dy}{\sqrt{Y}}$  (wo  $Y = a_0 y^6 + a_1 y^5 + \dots + a_6$ ) als Funktionen

von  $u$  und  $v$  bestimmt werden (ultraelliptische Funktionen).  $x$  und  $y$  sind die Wurzeln einer quadratischen Gleichung, deren Koeffizienten durch ultraelliptische Thetafunktionen (f. Thetafunktionen) von  $u$  und  $v$  ausgedrückt werden.  $x$  und  $y$  sind vierfach periodisch.

Literatur: [1] Königsberger, Vorlesungen über die Theorie der hyperelliptischen Integrale, Leipzig 1878. — [2] Neumann, Vorlesungen über Riemanns Theorie der Abel'schen Integrale, 2. Aufl., Leipzig 1884. — [3] Ohneforge, A., Hyperelliptische Integrale und Anwendungen auf Probleme der Mechanik, Berlin 1889. *Wölffing.*

**Hypergeometrische Reihe (Gaußsche Reihe)**, die von Gauß untersuchte Reihe

$F(\alpha, \beta, \gamma, x) = 1 + \frac{\alpha \beta}{1 \cdot \gamma} x + \frac{\alpha(\alpha+1) \beta(\beta+1)}{1 \cdot 2 \cdot \gamma(\gamma+1)} x^2 + \frac{\alpha(\alpha+1)(\alpha+2) \beta(\beta+1)(\beta+2)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \gamma(\gamma+1)(\gamma+2)} x^3 + \dots$

Dieselbe ist konvergent für  $x < 1$ ; ferner für  $x = 1$ , wenn  $\alpha + \beta < \gamma$ . Durch diese Reihe lassen sich zahlreiche Funktionen darstellen, z. B.  $l(1+x) = x F(1, 1, 2-x)$ .

Literatur: [1] Gauß, Werke, Göttingen 1868, Bd. 3, S. 125–162. — [2] Derf., Allgemeine Untersuchungen über die hypergeometrische Reihe, deutsch von Simon, Berlin 1887. — [3] Klein, J., Vorlesungen über die hypergeometrische Funktion, Leipzig 1894. *Wölffing.*

**Hyperit**, f. Gabbro.

**Hyperoxyd (Superoxyd)**, in der Chemie Bezeichnung für die Sauerstoffverbindung eines Elementes, die mehr Sauerstoff als andre Oxyde deselben enthält.

Durch Erwärmen oder durch Einwirkung von Säuren geben die Hyperoxyde einen Teil ihres Sauerstoffs ab und werden in eine niedrigere Oxydationsstufe bzw. in Salze übergeführt, z. B. Manganhyperoxyd  $MnO_2$  in Manganoxydul  $MnO$ , Wasserstoffhyperoxyd  $H_2O_2$  in Wasser  $H_2O$ . *Bujard.*

**Hypersthen, Hypersthenfels, Hypersthenit**, f. Augit und Gabbro.

**Hypochlorite**, die Salze der unterchlorigen Säure. Unterchlorigsaures Kalium und Natrium bilden die wirksamen Bestandteile des Eau de Javelle, das unterchlorigsaure Calcium ist der Hauptbestandteil des Chlorkalks.

Sie dienen auch als Reinigungsmittel für Gase (Acetylen) und gehören wegen ihrer bakteriziden Eigenschaften zu den chemischen Wasserreinigungsmitteln (Trinkwasser). Sie sind hierfür jedoch von zu ungleicher Wirkung, man braucht auch zu große Mengen von ihnen als Zusatz, so daß man in der Praxis kaum einen Vorteil aus dieser Methode ziehen kann. *Bujard.*

**Hypocykloidalführung**, f. Cardanische Kreife.

**Hypocykloide**, f. Kurven, cyklische.

**Hypostil**, Bezeichnung für die Anordnung von Säulen, bei welcher dieselben im ganzen Raum gleichmäßig verteilt sind. *Weinbrenner.*

**Hyposulfite**, f. Thiosulfate.

**Hypotenuse**, die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite des rechtwinkligen Dreiecks.

**Hypotrachelion**, der Hals der griechisch-dorischen Säule; f. Säule.

**Hypotrochoide**, f. Kurven, cyklische.

**Hypometer**, Apparat, bestehend aus einem sehr empfindlichen Thermometer (Hypothermometer) in Verbindung mit einem Kochapparat, um die Temperatur der Dämpfe siedenden destillierten Wassers zu messen und daraus den Luftdruck zu berechnen.

Da die Spannkraft der gesättigten Wasserdämpfe für jede Temperatur bekannt und anderseits stets gleich dem auf der siedenden Flüssigkeit lastenden Druck, bei dem Sieden also gleich dem Luftdruck ist, so läßt sich aus der abgelesenen Dampftemperatur der herrschende Luftdruck berechnen, worauf die Bezeichnung des Instruments zurückzuführen ist. Die Hypometer haben vielfach bei Höhenmessungen Anwendung gefunden und sind auch von Mohn mit Erfolg zur Bestimmung der an Barometerablesungen anzubringenden Schwerekorrektion benutzt worden.

Literatur: Mohn, Das Hypometer als Luftdruckmesser und seine Anwendung zur Bestimmung der Schwerekorrektion, Wissenfch. Schriften, I., math.-naturw. Klasse, Christiania 1899. *Großmann.*

**Hypothermometer (Thermohypometer)**, f. Hypometer.

**Hysterefs**, f. Elektromagnetismus, Bd. 3, S. 421.