

Lehrbuch  
der  
vergleichenden  
Mechanischen Technologie  
von  
Egbert v. Hoyer



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294769





LEHRBUCH

DES

LEHRLEHRLEHRLEHR

MECHANISCHEN TECHNOLOGIE

DES

LEHRBUCH

LEHRLEHRLEHRLEHR

DES

LEHRLEHRLEHRLEHR

DES

LEHRBUCH

LEHRLEHRLEHRLEHR

DES

# LEHRBUCH

DER

VERGLEICHENDEN

# MECHANISCHEN TECHNOLOGIE

VON

**EGBERT VON HOYER,**

GEHEIMER RAT UND ORD. PROFESSOR DER MECHANISCHEN TECHNOLOGIE  
AN DER KGL. BAYER. TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU MÜNCHEN.

ERSTER BAND.

VERARBEITUNG DER METALLE UND DES HOCHDRUCKES.

---

VIERTE NEU BEARBEITETE AUFLAGE.

---

MIT 442 TEXTFIGUREN.

---

WIESBADEN.

C. W. KREIDELS VERLAG.

1906.

*Plb*

# DIE VERARBEITUNG

DER



# METALLE UND DES HOLZES

VON

~~2257~~

EGBERT VON HOYER,

GEHEIMER RAT UND ORD. PROFESSOR DER MECHANISCHEN TECHNOLOGIE  
AN DER KGL. BAYER. TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU MÜNCHEN

**BIBLIOTEKA PROFESORSKA**  
Żeńskiego Gimnazjum Kupieckiego  
w KRAKOWIE  
L. inw. 440

~~h. n. 3488 10~~  
~~Nr. inw. 5905~~

VIERTE NEU BEARBEITETE AUFLAGE.



~~BIBLIOTEKA NAUCZYCIELSKA L. 1028/I~~  
~~Nr. inw. 2656~~

2 TEXTFIGUREN.



~~BIBLIOTEKA NAUCZYCIELSKA L. 51~~  
~~Nr. inw. 754~~

WIESBADEN.

C. W. KREIDELS VERLAG.

1906.

*D/794/1*



II 251677

Nachdruck verboten.

Übersetzungen, auch ins Ungarische, vorbehalten.

~~II 5354~~



BPK-B 8/1/2018

Akc. Nr.

5010/50

## Vorwort zur ersten Auflage.

Das vorliegende Lehrbuch der vergleichenden mechanischen Technologie verdankt seine Entstehung vorzugsweise dem Wunsche meiner Zuhörer, sowie dem mir von Freunden der Technologie öfter ausgesprochenen Bedürfnisse nach einem Buche, das in gedrängter Darstellung die Grundlehren dieser Wissenschaft umfasse. Zugleich aber war es meine Absicht, den Fachgenossen in dem Buche das Lehrsystem zur genaueren Kenntnissnahme und Prüfung vorzulegen, welches ich seit längerer Zeit meinen Vorlesungen zugrunde gelegt habe, und das sich nach meinen Erfahrungen in vielen Punkten überaus günstig von dem allgemein üblichen unterscheidet.

Zur Erfüllung des ersten Wunsches erschien die Form eines Lehrbuches deshalb allein als die geeignete, weil, bei der notwendig vorgeschriebenen Kürze, nur diese in genügender Vollständigkeit die Grundlehren einer technischen Disziplin darzulegen ermöglicht, welche das Gebiet der mechanischen Gewerbstätigkeit umschließt. — Die eminente Ausdehnung dieser, auf mechanischer Umformung der Körper beruhenden Industrie mit ihren unzähligen Produkten und Hilfsmitteln, fordert ferner als Art der Darstellung unbedingt die vergleichende, da nur durch Zusammenstellung und Vergleichung des Ähnlichen jene Übersicht herbeigeführt werden kann, welche das Wesen der Arbeitsmittel und damit die Grundlage für die Beschaffenheit und Auswahl derselben zur Erkenntnis bringt.

Jedes Arbeitsmaterial besitzt bestimmte Eigenschaften, welche über die Möglichkeit der Umformung entscheiden und die Art derselben geradezu bestimmen oder als zweckmäßig erkennen lassen. Wenn sonach einerseits diese Arbeitseigenschaften für jedes einzelne Material den Weg der Umformungsarbeit vorschreiben und für die Auswahl der hierzu erforderlichen Mittel leitend sind, so gibt es andererseits eine so erhebliche Anzahl von, mit gleichen oder nahezu gleichen, oft nur quantitativ wesentlich verschiedenen Arbeitseigenschaften

behafteten Materialien, daß diese, unter einen Gesichtspunkt gebracht, zu einer Gruppe vereinigt werden können und somit für die Betrachtung ihrer Verarbeitungsmittel ein engeres Gebiet schaffen, dessen Grenzen allerdings ziemlich willkürlich zu erweitern oder zu beschränken sind, im allgemeinen aber durch die Arbeitseigenschaften, insbesondere auch durch die zu erzeugenden Arbeitsprodukte bestimmte Umrisse gewinnen. — Von den auf solche Weise entstehenden Gruppen sind in dem vorliegenden Buche diejenigen behandelt, welche nicht nur den bei weitem größten Teil des Gesamtgebietes der mechanischen Technologie umfassen, sondern auch, als die wichtigsten, sich einer besonderen Pflege auf den technischen Hochschulen erfreuen.

So wie jedem Material bestimmte Arbeitseigenschaften innewohnen, so besitzt auch jedes materielle Arbeitsmittel eine Grundform und jede Arbeitsmethode ein Prinzip. Grundform und Arbeitsprinzip stehen im engsten Zusammenhang mit den Arbeitseigenschaften der Rohstoffe, sowie den zu erzielenden Arbeitsprodukten, und beruhen auf mechanischen oder physikalischen Gesetzen auch in den Fällen, wo sie ohne Beachtung oder Kenntnis derselben entstanden sind. — Diese Grundformen und Prinzipien habe ich daher als weitere Ausgangspunkte für die Darstellung gewählt und, im innigsten Anschluß an dieselben, in vergleichender Weise die Abweichungen und Ausbildungen zusammengetragen, welche im Laufe der Zeit, aus Gründen der Zweckmäßigkeit und Bequemlichkeit, infolge des Gebrauchswechsels, der hohen Ansprüche an die vollendeten Produkte, an die Leistungen überhaupt etc. so außerordentlich zahlreich geworden sind, namentlich aber in den Bestrebungen sich kennzeichnen: die mechanisch unvollkommene Wirkung des Stoßes durch die vollkommene des Druckes zu ersetzen, die unterbrochene Arbeitsweise durch eine stetige zu verdrängen, die aufeinander folgenden Arbeiten ohne Transport des Arbeitsstückes unmittelbar hintereinander vorzunehmen und endlich, gleichzeitig zum Ersatz der Menschenkraft, die arbeitenden Organe mit machinalen Vorrichtungen zu verbinden, welche denselben durch Zwanglauf eine möglichst vollkommene, bestimmten Gesetzen gehorchende Führung geben. — Wohl führten letztere Bestrebungen in einer Richtung zu unbrauchbaren Resultaten; nach einer anderen Seite aber haben sie den bemerkenswerten Erfolg gehabt, daß für jede Gattung von materiellen Arbeitsmitteln bestimmte Formen oder Vorbilder „Typen“ entstanden sind, welche ein wichtiges Lehrmoment abgeben. Diese Typen aufzusuchen und von ihnen ausgehend die brauchbaren Nachbilder zu skizzieren, habe ich mich ganz besonders bemüht.

Zur Erleichterung des Verständnisses technischer Wissenschaften tragen Zeichnungen erfahrungsmäßig so bedeutend bei, daß ich glaubte durch Beigabe einer großen Anzahl von Holzschnitten und einiger Tafeln für größere Darstellungen den Wert auch dieses Buches erhöhen zu können. — Aus ähn-

lichen Gründen und besonders zum Weiterstudium anzuregen, ist die so bedeutende Anzahl von Zitaten aus den hervorragenden Werken, Zeitschriften, Zeichnungssammlungen beigegeben worden.

Nach Darlegung der Gedanken, die mich bei der Abfassung des Buches leiteten, die ihren Ursprung in dem vieljährigen, außerordentlich anregenden Verkehre mit meinem hochverehrten und von allen Technologen so hoch gefeierten Lehrer Karmarsch haben und ihre weitere Ausbildung durch meine Lehrthätigkeit fanden, darf ich wohl bekennen, daß ich mir bewußt bin, mit allen Kräften bemüht gewesen zu sein, ein Buch zu schaffen, welches den Studierenden an technischen Hochschulen und Freunden der Technologie ein nützlicher Leitfaden bei ihren Studien und meinen Fachgenossen ein Förderungsmittel ihrer Lehrthätigkeit sein möge.

München, den 17. Februar 1878.

Der Verfasser.

## Vorwort zur vierten Auflage.

---

In dem Vorwort zur ersten Auflage des vorliegenden Werkes habe ich sowohl den Zweck des Buches als das demselben zugrunde liegende System erörtert und angegeben, weshalb die Form eines Lehrbuches zur Erreichung des Zweckes gewählt wurde. Durch die wiederholt notwendig gewordenen Auflagen ist wohl der Beweis erbracht, daß Aufbau, Inhalt und Form des Buches den Anforderungen gerecht geworden sind, welche an ein Lehrbuch der mechanischen Technologie gestellt werden, und daß kein Grund gegeben war, bei den Neubearbeitungen Änderungen der Anlage ins Auge zu fassen. Um so mehr mußte es aber mein Bestreben sein, in bezug auf den Inhalt mit den Fortschritten der mechanischen Industrie Schritt zu halten und eine möglichst weitgehende Einordnung neuer Arbeitsmittel vorzunehmen.

Ein hervorragendes Merkmal auf dem Arbeitsgebiete dieser ausgedehnten Industrien ist die Massenerzeugung und hiermit in innerem Zusammenhang das Bestreben, immer mehr und mehr an die Stelle der Handarbeit die Tätigkeit der mechanischen Hilfsmittel treten zu lassen, diese z. B. als Werkzeugmaschinen bestimmten Arbeitsvorgängen anzupassen und derart auszuführen, daß alle Bewegungen womöglich ohne Zutun der Menschentätigkeit von einer Stelle aus durch kinematischen Zusammenschluß erfolgen. Diese Entlastung schuf zugleich die Möglichkeit, beliebig große Massen zu bewegen und ebenso zur Überwindung großer Widerstände entsprechende Kräfte aufzuwenden, also auch nach dieser Richtung den Anforderungen der Technik nachkommen zu können z. B. zur Bearbeitung der mächtigen Teile, welche der Maschinenbau (Schiffbau) beansprucht. — Naturgemäß erfuhren auch einzelne Arbeitsmittel Erweiterungen. Schon längst war der geringe Wirkungsgrad der Stoßkraft bekannt und die Tatsache, daß bei der kurzen Wirkungsdauer des Schlages bei Formänderungsarbeiten an schweren Arbeitsstücken ein Eindringen der Wirkung in die Tiefe selbst mit Hilfe sehr großer Stoßmassen nicht erfolgte. Anhaltender, entsprechend

starker Druck dahingegen pflanzt sich selbst in das Innere fort. So bildeten die früher vereinzelt in Gebrauch stehenden kleinen hydraulischen Druckwerke sich zu jenen gewaltigen hydraulischen Pressen aus, welche in ihrer Wirkung die mächtigsten Dampfhämmer überragen und neue Formänderungsvorgänge ermöglichen. — Die Verwendung des elektrischen Stromes zur Fortleitung von Energie konnte nicht ohne Einfluß bleiben auf die Anordnungen der Arbeitsmaschinen insofern, als damit in vielen Fällen die Gestaltung der Antriebsvorrichtungen sich wesentlich ändern. — Über manche Vorgänge, welche mit den Eigenschaften der Arbeitsstoffe zusammenhängen, hat die Wissenschaft in neuerer Zeit annehmbare Erklärungen gebracht, z. B. über das Verhalten des Kohlenstoffs im Eisen, und damit die Verarbeitung derselben wesentlich beeinflusst, zugleich den Grundsatz bestätigend, daß gewisse Eigenschaften der Arbeitsstoffe die Auswahl der Arbeitsmittel bestimmen und bedingen und daher zur Kenntnis derjenigen zu bringen sind, welche sich mit der Verarbeitung befassen.

Diese Andeutungen mögen genügen, zu zeigen, in welcher Richtung ich bestrebt war, den Inhalt des Buches zu ergänzen. — Bei der Fülle des Stoffes und dem Vorsatz, die räumliche Größe eines Lehrbuches nicht zu überschreiten, war die gestellte Aufgabe nicht leicht durchzuführen, zumal ich der Meinung bin, daß solchen älteren Arbeitsmitteln, welche in der ursprünglichen Form nicht mehr oder selten gebraucht werden, aber grundlegend und vorbildlich waren, sowie zur Erläuterung der Entwicklung dienen, auch ein Plätzchen gönnt werden soll. — Aus gleichem Grunde, d. h. zur Unterstützung von Entwicklungsstudien sind auch die in der ersten Auflage angegebenen literarischen Nachweise beibehalten.

München, im Oktober 1905.

Der Verfasser.



# Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Einleitung . . . . .	1
Erste Gruppe.	
<b>Die Verarbeitung der Metalle und des Holzes</b>	4
Erster Abschnitt. <b>Eigenschaften der Metalle, der Legierungen und des Holzes</b> . . . . .	6
I. Metalle . . . . .	6
A. Eisen. 1. Roheisen, 2. Schmiedbares Eisen. B. Aluminium. C. Nickel. D. Kupfer. E. Zink. F. Zinn. G. Blei. H. Gold. I. Silber. K. Platin.	
II. Legierungen . . . . .	23
A. Kupferlegierungen. B. Legierungen des Aluminiums mit Magnesium. C. Legierungen des Zinns mit Blei, Zink, Antimon etc. D. Tabelle der technisch wichtigsten Legierungen. E. Tabelle der Haupteigenschaften der Metalle.	
III. Holz . . . . .	35
Zweiter Abschnitt. <b>Passive Werkzeuge</b> . . . . .	51
I. Mittel zum Anfassen und Festhalten . . . . .	51
A. Zangen. B. Schraubzwingen, Leimknechte, Pressen. C. Feilkloben, Schraubstock, Hobelbank, Stehknecht etc. D. Flügebock, Schnitzelbank.	
II. Mittel zum Ab- und Nachmessen, Einteilen, An- und Vorzeichnen . . . . .	60
A. Maßstäbe. B. Zirkel, Drahtlehren, Dick- und Hohlmesser. C. Lehren, Fühlhebel. D. Winkelmesser, Setzwage, Senkblei.	
III. Mittel zum Anzeichnen, Vorzeichnen und Einteilen . . . . .	74
A. Körner, Mittelpunktsucher, Linienreißer, Reißmaß, Richtplatte. B. Zirkel.	
Dritter Abschnitt. <b>Metallgießerei im allgemeinen</b> . . . . .	78
I. Schmelzen der Gußmaterialien . . . . .	79
II. Formerei . . . . .	92
A. Verlorene Formen. 1. Sandformerei. a) Herdformerei. b) Kastenformerei. c) Maschinenformerei. 2. Masseformerei. 3. Lehmformerei. B. Bleibende Formen.	
III. Eingießen . . . . .	124

	Seite
<b>Vierter Abschnitt. Gießerei insbesondere . . . . .</b>	129
A. Eisengießerei. B. Stahlgießerei. C. Messinggießerei. D. Bronzegießerei. E. Zinkgießerei. F. Zinngießerei. G. Blei gießerei. H. Gold- und Silber- gießerei.	
<b>Fünfter Abschnitt. Bearbeitung der Materialien auf Grund ihrer     Dehnbarkeit . . . . .</b>	139
I. Vorrichtungen zum Erwärmen . . . . .	144
A. Gebläse. B. Schmiedeherd, Glühofen etc.	
II. Formgebende Werkzeuge . . . . .	152
A. Hammer und Amboß. 1. Handhämmer und Amboß. Mechanische Hämmer. a) Winkelhämmer, b) Parallelhämmer. B. Stoßwerk, Druckwerk, Schmiede- maschine, Presse. C. Punzen, Stempel, Setzhämmer, Gesenke, Stanzen. D. Ziehisen, Ziehbank, Seckenzug. E. Walzen, Rändelräder. F. Biegen, Biegemaschinen.	
III. Die wichtigsten auf der Dehnbarkeit der Körper ruhenden Arbeiten . . . . .	210
A. Schmieden. B. Treiben. C. Drücken. D. Stanzen, Prägen, Ziehen. E. Fabrikation von Draht. 1. Eisendraht. 2. Stahldraht. 3. Kupferdraht. 4. Gelbkupferdraht. 5. Gold-, Silber- und Argentandraht. 6. Blei- und Zinn- draht. 7. Zinkdraht. F. Fabrikation von Eisen- und Stahlstäben. G. Blech- fabrikation. Eisen- und Stahlbleche. Kupferblech. Zinkblech. Zinnblech. Bleiblech. Gold-, Silber- und Platinblech. Messingblech. Bronzeblech. Neusilberblech. Britanniablech. Plattierte Bleche. H. Fabrikation von Metallröhren. 1. Röhren aus schmiedbarem Eisen. 2. Kupferröhren. 3. Messingröhren. 4. Blei- und Zinnröhren.	
<b>Sechster Abschnitt. Bearbeitung der Materialien auf Grund der     Teilbarkeit . . . . .</b>	233
I. Allgemeines über schneidende Werkzeuge und Werkzeugmaschinen . . . . .	233
II. Scherende Werkzeuge und Werkzeugmaschinen . . . . .	249
A. Scheren. B. Lochwerkzeuge und Lochmaschinen.	
III. Schneidende Werkzeuge und Werkzeugmaschinen . . . . .	264
A. Meißel, Abschrot, Aufhauer, Stichel, Stemm- und Stechzeug, Aushauer, Dübeleisen, Messer. B. Beißzange. C. Axt, Beil, Texel. D. Hobel. 1. Holz- hobel. 2. Metallhobel. E. Hobelmaschinen, Bestoßmaschinen, Stemmaschinen. 1. Metallhobelmaschinen. 2. Holzhobelmaschine. 3. Bestoßmaschinen. 4. Stemmaschine. F. Sägen und Sägemaschinen. 1. Sägen. 2. Sägemaschinen, Rahmensägemaschinen. Ausschnidesägen. Bandsägemaschinen. Kreissäge- maschinen. G. Fräsen und Fräsmaschinen. 1. Fräsen. 2. Fräsmaschinen. Metallfräsmaschinen. Holzfräsmaschinen. Holzhobelmaschine. Langloch- maschine. H. Bohrer und Bohrmaschinen. 1. Bohrer. Handbohrer. Gerät- bohrer. 2. Bohrmaschinen. I. Drehbänke und Drehstühle. Passigdrehen. K. Feilen und Raspeln. L. Schleifsteine und Schleifmaschinen.	
IV. Schabende Werkzeuge . . . . .	425
A. Ziehklinge, Schaber, Holzziehisen. B. Reibahlen.	
V. Anfertigung der Schrauben . . . . .	429
A. Anfertigung der Schraubenspindeln. B. Anfertigung der Schraubenmutter. 1. Schraubenschneiden mit der Hand. 2. Schraubenschneiden auf der Dreh- bank. 3. Schraubenschneiden auf besonderen Maschinen.	

Siebenter Abschnitt. <b>Formgebung durch Verbindung und Zusammenfügung</b> . . . . .	463
I. Verbindung durch Schweißen . . . . .	464
II. Verbindung durch Löten, Leimen, Kitten . . . . .	468
A. Löten. B. Leimen. C. Kitten.	
III. Zwängverbindungen . . . . .	479
IV. Formungsverbindungen . . . . .	481
A. Formungsverbindungen bei Metallarbeitern. B. Formungsverbindungen bei Holzarbeiten.	
V. Verbindungen durch Nägel, Dübel, Niete, Schrauben und Keile . . . . .	491
A. Nägel. B. Nieten. C. Zusammenschrauben. D. Zusammenkeilen.	
 Achter Abschnitt. <b>Vollendung, Verschönerung und Konservierung</b>	 506
I. Beizen, Färben der Metalle und der Hölzer . . . . .	507
II. Mittel zur Hervorbringung eines Glanzes . . . . .	513
A. Polieren durch Schleifen. B. Polieren durch Druck. C. Polieren durch Dichtung.	
III. Mittel zur Erzeugung verzierter Oberflächen . . . . .	522
A. Gravieren. B. Ätzen. C. Emaillieren. D. Eingelegte Arbeiten. E. Überziehen mit Farben, Metall etc.	
IV. Konservierung des Holzes . . . . .	544
Alphabetisches Sachverzeichnis . . . . .	549

## Alphabetisches Verzeichnis

der

mit abgekürzten Titeln zitierten Zeitschriften und Werke.

- 
- Allgem. deutsch. Polyt. Zeit. — Herausgeg. von H. Grothe. Berlin 1873—1883.
- Arbey, Scierie. — Arbey, Fd. & Cmp. Travail mécanique du bois et des metaux. Paris.
- Bayr. Ind.- u. Gew.-Bl. — Bayerisches Industrie- und Gewerbe-Blatt. Herausgeg. vom Polytechnischen Verein zu München 1865—1905.
- Berliner Verh. — Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen. Berlin 1822—1904.
- Bulletin d'Enc. — Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale. Paris 1802—1904.
- Centralbl. f. Pap.-Fabr. — Centralblatt für Papierfabrikation. Leipzig 1875—1904.
- Centralbl. f. Textil-Ind. — Centralblatt für Textil-Industrie. Spezial-Organ für Flachsbau und Leinen-Industrie, sowie für Wollzüchtung und das gesamte Wollengewerbe. Berlin 1873—1904.
- Civil-Ing. — Der Civilingenieur. Zeitschrift für das Ingenieurwesen. Herausgeg. von Bornemann, später von Hartig. Leipzig 1853—1896.
- Deutsch. Gew.-Zeit. — Wiek'sche Illustrierte deutsche Gewerbe-Zeitung. Leipzig 1860 bis 1896.
- Deutsch. Ind.-Zeit. — Deutsche Industrie-Zeitung. Herausgeg. von Binder. Chemnitz 1860—1887.
- Deutsch. Wollen-Gew. — Zeitschrift für die gesamte Wollen-Waaren-Industrie. Herausgeg. von H. Söderström, Grünberg i. Schl. 1868—1904.
- Dinglers Journ. — Polytechnisches Journal. Herausgeg. von J. G. und Dr. E. M. Dingler, fortges. von J. Zeman und F. Fischer, seit 1887 von Hollenberg und Kast, Band 1—319. Stuttgart und Augsburg 1820—1904.
- Engineer. — The Engineer. Office for advertisements and publications. London 1858—1904.
- Engineering. — An illustrated weekly journal. Edited by W. Maw and F. Dredge. London 1854—1904.
- Exner, Werkzeuge. — Werkzeuge und Maschinen zur Holzbearbeitung von W. Exner und C. Pfaff. 3 Bde. Weimar 1878—1883.
- Glasers Ann. — Annalen für Gewerbe und Bauwesen. Herausgegeben von Glaser. Berlin 1878—1904.

- Hart, Werkzeugm. — Hart, F., Die Werkzeugmaschinen für den Maschinenbau zu Metall- und Holzbearbeitungen. 2. Aufl. Heidelberg 1874.
- Hartig, Leist. d. Werkzeugm. — Hartig, Dr. E., Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch der Arbeitsmaschinen. Mitteilungen der Polytechnischen Schule zu Dresden. 1864, 1869, 1873.
- Heusinger, Handbuch. — Heusinger v. Waldegg, Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik. Leipzig 1873 etc.
- Hütte. — Sammlungen von Zeichnungen für die Hütte. Berlin 1855—1877.
- Karmarsch-Katalog. — Karmarsch, K., Katalog der Werkzeug-Sammlung an der polytechnischen Schule zu Hannover. Hannover 1870.
- Karmarsch-Hartig, Mech. Technol. — Handbuch der mechanischen Technologie von K. Karmarsch. 5. Aufl. Herausgeg. von E. Hartig. Hannover 1875—1876.
- Kerpely, Fortschritte. — Kerpely, A. K., Bericht über die Fortschritte der Eisenhütten-Technik. Leipzig 1866 etc.
- Kronauer, Atlas. — Kronauer, F. H., Atlas für mechanische Technologie. Hannover 1861—1862.
- Kronauer, Zeichn., — Kronauer, F. H., Zeichnungen von ausgeführten, in verschiedenen Zweigen der Industrie angewandten Maschinen, Werkzeugen und Apparaten. 4 Bde. Zürich 1845—1866.
- Masch.-Konstr. — Der praktische Maschinen-Konstrukteur. Zeitschr. für Maschinen- und Mühlenbauer. Herausgeg. von W. Uhland. Leipzig 1868—1904.
- Mitt. d. Hann. Gew.-Ver. — Mitteilungen des Gewerbe-Vereins zu Hannover. Hannover 1834—1876.
- Muspratt, Chemie. — Muspratts theoretische, praktische und analytische Chemie in Anwendung auf Künste und Gewerbe. Frei bearbeitet von Dr. T. Stohmann, fortgesetzt von B. Kerl. 7 Bde. 4. Aufl. Braunschweig 1886—1902.
- Organ. — Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung und Organ deutscher Eisenbahnverwaltungen. Wiesbaden 1846—1904.
- Papier-Zeit. — Papier-Zeitung, Fachblatt für Papier- und Schreibwarenfabrikation. Berlin 1875—1904.
- Percy, Metallurgie. — Percy, Die Metallurgie. Gewinnung und Verarbeitung der Metalle und ihrer Legierungen. Deutsch von Dr. J. Knapp und Dr. H. Wedding. Braunschweig 1862—1870.
- Polyt. Centr. — Polytechnisches Centralblatt. Herausgeg. von F. Hülse, fortgesetzt von E. Hartig. Leipzig 1835—1876.
- Polyt. Mitt. — Polytechnische Mitteilungen. Herausgeg. von Volz u. Karmarsch. 3 Bde. Tübingen 1844—1846.
- Publ. ind. — Publication industrielle des machines, outils et appareils etc. employés dans les différentes branches de l'industrie. Par Armengaud. Vol. 1—31. Paris 1840—1890.
- Richards Wood-working mach. — Richards, J., A treatise on the construction and operation of wood-working machines. London 1872.
- Rundschau. — Technische Rundschau von Uhland. Leipzig 1895—1904.
- Scientific Americ. — Scientific American. New-York 1865—1904.
- Stahl und Eisen. — Zeitschrift für das deutsche Eisenhüttenwesen. Düsseldorf 1881 bis 1904.
- Techn. Lexik. — Technisches Lexikon für Gewerbe und Industrie. Dritte Aufl. von Karmarsch und Heerens „technisches Wörterbuch“, bearbeitet von Fr. Kick und Dr. W. Gintl. Prag 1892.
- Techn. Encyklop. — Technologische Encyklopädie. Herausgeg. von Prechtl. Stuttgart und Wien. 20 Bände. 1830—1853. Mit 5 Bdn. Supplementen, herausgegeben von Karmarsch. 1857—1869.

- Textil-Ind. — Allgemeine Zeitschrift für Textil-Industrie. 1893—1904.
- Textil-Zeit. — Textil-Zeitung. Illustrierte Fachzeitschrift f. d. Wollen-, Baumwollen- und Seiden-Industrie. Berlin 1892.
- Wagners Jahresber. — Jahresbericht über die Fortschritte der chemischen Technologie. Herausgeg. von Dr. F. Wagner und F. Fischer. Leipzig 1855—1903.
- Wiebe, Skizzenbuch. — Wiebe, Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Sammlung ausgeführter Maschinen etc. Berlin 1858—1881. Fortgesetzt von Nowak. Leipzig 1882 etc.
- Wochenbl. f. Pap. — Wochenblatt für Papierfabrikation von Gütter-Staib. Biberach 1900—1905.
- Ztschr. d. V. d. Ing. — Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin 1857—1905.
- Ztschr. f. Bergwesen. — Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem Preußischen Staate. Herausgeg. von dem Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Berlin 1853—1905.
- Ztschr. f. Werkzeugm. — Zeitschrift für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge. Berlin 1896—1905.

# Einleitung.

Mit *Technologie* (*Technologie*, *Technology*) bezeichnet man die Lehre von den Mitteln und den Verfahrensarten zur Umwandlung von Rohstoffen in Gebrauchsgegenstände. — Nur soweit als die Erzeugnisse der Kunst den rein persönlichen Charakter des Erzeugers tragen, können sie von der Technologie ausgeschlossen werden. Das Gemälde ist ein Kunsterzeugnis von individuellem Charakter; das nach demselben hergestellte Farbendruckbild aber ist ein Produkt im Sinne der Technologie.

Die Umwandlung von Rohstoffen in Gebrauchsgegenstände kann nur infolge einer Änderung der äußeren Form oder des inneren Wesens, der Materie, vollzogen werden. In beiden Fällen aber ist diese Änderung bestimmten Naturgesetzen unterworfen. — Diejenigen Zweige der Naturwissenschaften, auf deren Gesetze sich die Veränderungen der Naturkörper behufs ihrer Verarbeitung zurückführen lassen, sind Physik und Chemie. Die Chemie beschäftigt sich damit, das gegenseitige Verhalten der Körper zu ergründen, welches sich auf ihre innere Natur und deren Umwandlung bezieht; die Physik hat zur Aufgabe, die Einflüsse zu untersuchen, welche die Naturkörper aufeinander ausüben, ohne eine Umwandlung ihrer inneren Natur herbeizuführen. Sind in letzterem Fall hervorragend Raumveränderungen wahrnehmbar, so gehören die hierauf bezüglichen Untersuchungen in dasjenige Gebiet der Physik, welches sich als Mechanik abgezweigt hat. — Es ist aus diesem Grunde naturgemäß auch die Technologie zunächst in zwei Hauptgebiete zu teilen: in die chemische und mechanische Technologie, so zwar, daß die chemische Technologie alle diejenigen Prozesse in ihr Bereich zieht, bei denen es sich wesentlich um eine Umänderung der Qualität, der inneren Körperlichkeit, der Substanz oder Materie handelt, während die mechanische Technologie sich mit den Untersuchungen derjenigen Mittel beschäftigt, deren Anwendung eine äußere Umgestaltung (Formänderung) bezweckt.

Um das Gesamtbild der Technologie mit seiner erdrückend großen Mannigfaltigkeit und Reichhaltigkeit übersehen und wissenschaftlich behandeln zu können, ist jedoch eine weitere Einteilung innerhalb der zwei Hauptgebiete unerlässlich. — Diese Einteilung kann von verschiedenen Gesichtspunkten aus getroffen werden.

Erstens kann man das Gebiet in so viele Abschnitte teilen, als Beschäftigungen (Gewerbe oder Industrien) zur Anfertigung der einzelnen Gegenstände vorhanden sind, und jeden Abschnitt ganz unabhängig von den andern betrachten (Gießerei, Schmiederei, Drechslerei, Schlosserei, Böttcherei, Gasfabrikation, Färberei, Brauerei usw.). Diese Methode der Behandlung, welche die spezielle Technologie genannt werden muß, ist namentlich dann vorzuziehen, wenn es sich um einzelne Gewerbe oder um solche handelt, welche wenig gemeinsame Anknüpfungspunkte besitzen, wie dies bei den chemischen Gewerben der Fall ist, weil in der praktischen Handhabung der chemischen Gesetze solche Verschiedenheiten obwalten, daß nur einzelne Gegenstände, z. B. Feuerungsanlagen, Zerkleinerungs- und Trennungsapparate, als einer größeren Zahl dieser Gewerbe gemeinschaftlich angehörend, im Zusammenhang darzustellen sind.

Zweitens läßt sich die Einteilung nach Gruppen vornehmen: d. h. es lassen sich diejenigen Beschäftigungen, welche in ihren Prozessen, Mitteln, Manipulationen etc. viele Ähnlichkeit und Gleichheit besitzen, in eine Gruppe zusammenfassen und innerhalb dieser Gruppe ohne Rücksicht ihrer Einzelheiten ordnen und untersuchen. Weil dadurch die Behandlung eine allgemeinere wird, so heißt diese Art der Darstellung die allgemeine Technologie. — Die Methode der allgemeinen Technologie bietet nicht nur ein großes Interesse, sondern sie wirkt am anregendsten und am fruchtbarsten, weil sie die Mittel zu gleichen Zwecken zusammenstellt, also übersichtlich macht und vergleicht (weshalb sie auch vergleichende Technologie genannt wird). Einer solchen Gruppeneinteilung ist namentlich das Gebiet der mechanischen Technologie fähig, indem z. B. alle Metallarbeiten, alle Holzarbeiten, die Spinnerei aller Faserstoffe, die Weberei aller Fäden, je für sich einzelne Gruppen bilden. Deshalb auch verdient hier die Behandlungsart der allgemeinen Technologie den Vorzug. — Da die Allgemeinheit um so größer werden muß, je kleiner die Zahl der Gruppen wird, je mehr einzelne Teile des ganzen Gebietes zu Gruppen sich vereinigen lassen, so würde man in dem Augenblicke eine allgemeine Technologie in extenso erhalten, wo alle mechanischen Gewerbe auf eine gemeinsame Behandlungsart zurückgeführt, d. h. zu einer Gruppe vereinigt worden wären. Da diese Vereinigung aber wegen der Verschiedenartigkeit der Rohstoffe und der daraus erzeugten Gegenstände wohl nicht zu erreichen sein möchte, so ist auch die Bezeichnung „allgemeine Technologie“ nur innerhalb der einzelnen Gruppen gerechtfertigt.

Insofern nun, als man entweder die Aufeinanderfolge der Mittel zur Darstellung eines Gewerbeerzeugnisses oder Fabrikates, vom Rohmaterial durch alle Stufen der Bearbeitung aufwärts bis zur Vollendung, dem Lehrgang der Technologie zugrunde legt, oder als man diese Mittel betrachtet, ohne Rücksicht darauf zu nehmen in welchem Stadium des Arbeitsprozesses dieselben zur Verwendung gelangen, wird die Behandlungsweise wiederum verschieden. — Im ersteren Fall sind sowohl Wiederholungen häufig und unvermeidlich, als auch strenge Aneinanderreihungen unausführbar. Im zweiten Fall können Wiederholungen fast ganz umgangen und die einzelnen Mittel zur besseren Vergleichung am nächsten zusammengestellt werden. Diese letztere Methode hat deshalb den Vorzug einer größten Allgemeinheit innerhalb der Gruppen, verlangt darum aber auch besondere Prinzipien in der Verteilung des Stoffes. Offenbar eignen sich als Grundlage für diese Art der Darstellung ganz besonders bestimmte Eigenschaften der zu bearbeitenden Materialien und zwar diejenigen, welche eigentlich in Wirklichkeit die Mittel bedingen, mit Hilfe deren die Umformung vollzogen wird.

Da eine Formänderung der Körper jedoch nur stattfinden kann:

1. durch Verschiebung der einzelnen Teilchen gegeneinander,
2. durch Trennung der einzelnen Teile voneinander,
3. durch Vereinigung einzelner Teile miteinander,

so kommen als Eigenschaften in Betracht: die Verschiebbarkeit der Teilchen gegeneinander, die Trennbarkeit (Teilbarkeit) derselben voneinander und die Zusammenfügbarkeit miteinander. Diese Eigenschaften heißen **Arbeitseigenschaften** gegenüber den Gebrauchseigenschaften, welche in erster Linie für die Verwendung der Materialien maßgebend sind.

In fast allen Fällen, wo es sich um eine Formänderung handelt, bedarf man eines Hilfsmittels, welches die zur Verschiebung, Trennung, Vereinigung usw. erforderliche Kraft von der Kraftquelle nach derjenigen Stelle führt und zur Wirkung bringt, wo die Änderung erfolgen soll. Dies Hilfsmittel im weiteren Sinne ist das Werkzeug und dessen Handhabung die Manipulation. Die Reihenfolge der Manipulationen bildet den Arbeitsprozeß, und die Verschiedenheiten in den Prozessen liefern die Methoden. Darum ist das Werkzeug und dessen Manipulation von so großer Bedeutung und ein Hauptgegenstand der Technologie. — Das Werkzeug kann entweder mit der Hand des Menschen geführt werden, dann ist es das Handwerkzeug; oder man läßt eine mehr oder weniger zusammengesetzte Vermittlung zwischen der Kraftquelle und dem Werkzeuge eintreten: dann erweitert sich das Werkzeug zum Geräte und zur Werkzeugmaschine. — Gerät und Maschine sichern die dem Werkzeuge zugewiesene Tätigkeit gewöhnlich in höherem Grade als das die Menschenhand vermag, teils dadurch, daß sie dem Werkzeuge eine beliebig große Kraft zuzuführen imstande sind, teils dadurch, daß sie das Werkzeug zwingen, nach bestimmten, streng geometrischen Gesetzen zu wirken. Da deshalb in vielen Fällen die Maschine und das Gerät wünschenswert, in den meisten Fällen unentbehrlich und daher zur hohen Entwicklung gekommen sind, so bildet ihre Darstellung einen wichtigen und wesentlichen Teil der Technologie.

Das vorliegende Lehrbuch hat nun zum Ziel die Lösung jener Aufgabe, welche in der obigen Skizze erläutert wurde, in möglichster Allgemeinheit zu fördern. Zu diesem Zwecke sind aus dem Gesamtgebiete der mechanischen Technologie zunächst vier und zwar die bedeutendsten Gruppen zur Behandlung gewählt.

Die eine Gruppe, welcher der erste Teil des Werkes gewidmet ist, umfaßt die Verarbeitung der Metalle und des Holzes.

Die drei anderen Gruppen, welche den Inhalt des zweiten Teils bilden, enthalten die Verarbeitung der Faserstoffe (Textilindustrie) und zwar die Spinnerei, Weberei und Papierfabrikation.

Innerhalb der Gruppen sind soweit als tunlich die **Arbeitseigenschaften** der zu verarbeitenden Materialien als Grundlage für die Einteilung und somit diejenige Lehrmethode angenommen, bei welcher die Mittel betrachtet werden ohne Rücksicht auf das Stadium des Arbeitsprozesses, in welchem sie zur Verwendung gelangen.

## Erste Gruppe.

# Die Verarbeitung der Metalle und des Holzes.

Diejenige Gruppe auf dem Gebiete der mechanischen Technologie, welche die Verarbeitung der Metalle und des Holzes umfaßt, ist deshalb unbedingt an die Spitze zu stellen, weil die Verschiedenartigkeit der einzelnen Materialien in bezug auf die Wahl zu ihrer Verwendung und die außerordentliche Mannigfaltigkeit der aus dieser Gruppe hervorgehenden Arbeitserzeugnisse (Fabrikate) nicht nur den größten und vollständigsten Arbeitsapparat erfordert und daher fast alles enthält, was zum Verständnisse verwandter Zweige gehört, sondern auch, weil sie an sich durch ihren so bedeutenden Umfang und die außerordentlich große Zahl ihrer Einzelheiten von der hervorragendsten Bedeutung ist.

Eine ausreichende Kenntnis der zu verarbeitenden Stoffe und ihrer Eigenschaften soll die Grundlage für das Verständnis und die Wahl der Fabrikationsmittel und Methoden sein. Diese Kenntnis hängt bei den Metallen zum Teil wesentlich mit ihrer Darstellung oder Gewinnung und beim Holze mit dessen innerem Bau zusammen. Deshalb bildet die Abhandlung über die Eigenschaften der Metalle und deren Legierungen und, soweit als zum Verständnisse derselben nötig erscheint, eine kurze Darstellung ihrer Gewinnung sowie eine Erörterung der Eigenschaften mit einer kurz gefaßten Anatomie des Holzes den Gegenstand des ersten Abschnittes.

Bei den vorliegenden Materialien kommen als Arbeitseigenschaften hauptsächlich in Betracht Verschiebbarkeit und Teilbarkeit, während Festigkeit, Härte, Glanzfähigkeit, Farbe, Beständigkeit, spezifisches Gewicht, Preis usw. über die Anwendung derselben zu bestimmten Gebrauchsgegenständen entscheiden (Gebrauchseigenschaften). Das Eisen findet wegen seiner Festigkeit, Beständigkeit und Billigkeit zu Bauzwecken, der Stahl wegen seiner Härte zu Werkzeugen, das Gold wegen seiner Farbe, seines Glanzes und seiner Beständigkeit zu Schmuck, Münzen etc., das Holz wegen seiner Leichtigkeit zu Möbeln usw. Anwendung.

Die Verschiebbarkeit der einzelnen Teilchen gegeneinander ist abhängig von der Festigkeit, Härte, Elastizität etc. und je nach dem Aggregatzustande eines Körpers sehr verschieden, weil diejenige Kraft, welche die Verschiebung bewirken soll, sowohl in Richtung als Stärke sich mit dem Aggregatzustande ändert, indem sie am kleinsten ist, wenn der Körper sich im gasförmigen Zustande befindet, größer wird bei dessen tropfbar-flüssigem Zustande und am grössten sein muß, wenn der Körper fest ist. Je nach dem Aggregatzustande

eines Körpers werden daher die Mittel zur Formänderung andere sein können, da es im gasförmigen oder tropfbar-flüssigen Zustande desselben nur eines Gefäßes bedarf, um eine bestimmte Form hervorzubringen, weil im einen Fall die Spannkraft und im andern Fall die Schwerkraft schon ausreicht, die Körpermenge in dem Gefäße dessen Gestalt annehmen zu lassen, während der feste Zustand des Körpers eine gewaltsamere Einwirkung äußerer Kräfte zur Verschiebung der einzelnen Teile verlangt, weil hier die Kohäsion einen größeren Widerstand entgegensetzt.

Viele Körper lassen sich nun durch Zuführung von Wärme in einen flüssigen Zustand versetzen (Schmelzen) und auf Grund dieser Eigenschaft (Schmelzbarkeit) in eine andere Form bringen. — Die Eigenschaft, eine Formänderung durch die Verschiebbarkeit der kleinen Teile zu erleiden, ist bei festen Körpern aber die Dehnbarkeit: darum sind im engeren Sinne Schmelzbarkeit, Dehnbarkeit und Teilbarkeit die Eigenschaften, durch deren Benutzung die Umgestaltung hervorgerufen wird.

Die Mittel, durch welche mit Benutzung der eben genannten Eigenschaften die Umgestaltung vollzogen wird, sind der Natur der Sache nach entweder aktive oder passive, d. h. entweder solche, welche durch ihre unmittelbare Einwirkung die Gestalt des Arbeitsstückes verändern, z. B. Hammer und Amboß, Hobel, Säge, oder solche, die in der Regel nicht unmittelbar die Umgestaltung hervorrufen, sondern nur dabei Unterstützung gewähren, z. B. Mittel zum Anfassen und Festhalten, Abmessen, Einteilen, Besehen.

Da die Mittel der letzten Art bei dem Gebrauch der ersteren fast immer vorhanden sein oder demselben vorhergehen müssen, so ist es zweckmäßig, sie auch in der Betrachtung voranzustellen, um so mehr als sie auch viel weniger von den Eigenschaften des zu verarbeitenden Materials abhängen. Sodann kommen diejenigen Mittel zur Erörterung, welche oben als aktive bezeichnet wurden und zwar geordnet nach denjenigen Eigenschaften der Stoffe, auf denen die Verarbeitung beruht. An diese schließen sich ferner die Mittel an, welche eine Formänderung durch Zusammenfügung bezwecken.

Es gibt eine große Menge Metall- und Holzgegenstände, welche, nachdem sie in Form und Gestalt hergestellt sind, zur Verschönerung und Erhaltung besonderen Operationen (Schleifen, Polieren, Bemalen, Vergolden etc.) oder Prozessen (Beizen, Färben etc.) unterworfen werden. Auch diese Arbeiten sind wegen ihrer Gleichartigkeit zusammengestellt.

Demnach ordnet sich der Gesamthalt folgendermaßen:

Erster Abschnitt: Eigenschaften der Metalle, der Legierungen und des Holzes.

Zweiter Abschnitt: Mittel zum Anfassen, Festhalten, Abmessen, Einteilen und Vorzeichnen.

Dritter Abschnitt: Mittel zur Verarbeitung der Materialien auf Grund ihrer Schmelzbarkeit (Metallgießerei).

Vierter Abschnitt: Mittel zur Verarbeitung der Materialien auf Grund ihrer Dehnbarkeit (Schmieden, Pressen, Prägen, Walzen, Ziehen, Biegen, Stampfen, Drücken etc.).

Fünfter Abschnitt: Mittel zur Verarbeitung der Materialien auf Grund ihrer Teilbarkeit (Schneidende und schleifende Werkzeuge).

Sechster Abschnitt: Mittel zur Verbindung und Zusammenfügung (Schweißen, Löten, Leimen, Nieten, Nageln, Schrauben, Verbindungen durch besondere Formungen).

Siebenter Abschnitt: Mittel zur Vollendung, Verschönerung und Konservierung.

## Erster Abschnitt.

## Eigenschaften der Metalle, der Legierungen und des Holzes.

I. Metalle<sup>1)</sup>.

Von den dem Chemiker bekannten und nützlichen Metallen kommt nur eine kleine Anzahl zur mechanischen Verarbeitung und zwar sowohl für sich als auch in verschiedenen Mischungen, den sog. Legierungen. Diese technisch wichtigen Metalle sind: Eisen, Aluminium, Nickel, Kupfer, Zink, Zinn, Blei, Gold, Silber, Platin, Antimon, Wismut. Die mit besonderen Gattungsnamen benannten Legierungen sind: Gelbkupfer (Messing, Tombak), Bronze, Argentan, Britannia-Metall, welche unter sich eine große Anzahl Variationen je nach ihrer Anwendung und Zusammensetzung besitzen.

A. Eisen. (Fer, Iron.)<sup>2)</sup>

Das chemisch reine Eisen hat je nach der Art seiner Gewinnung zwar verschiedene, im allgemeinen aber die Verarbeitung hindernde physikalische Eigenschaften. Aus dem Grunde ist das technisch verwertbare Eisen nie reines, sondern stets Eisen mit verschiedenen Beimengungen, unter welchen der Kohlenstoff am bedeutungsvollsten auftritt. Derselbe erteilt dem Eisen einen ausgeprägten Charakter, welcher sich in bestimmten Eigenschaften äußert, im übrigen aber wiederum wesentlich abhängt von der Menge und von der Form dieser Beimengung.

Die Menge des Kohlenstoffes beträgt 0,04 bis 5,0% und bedingt die Eigenschaft der Schmelzbarkeit, der Schmiedbarkeit, der Schweißbarkeit und der Härte. — Die Schmelzbarkeit nimmt mit dem Kohlenstoffgehalte zu, so daß hoch gekohltes Eisen sich leicht in großen Mengen schmelzen und als Gußeisen (Fonte de moulage, Fonte, *Cast-iron*, *Foundry pig*) verwerten läßt.

<sup>1)</sup> J. Percy, Die Metallurgie, übertr. und bearb. von F. Knapp und H. Wedding, nebst Ergänzungsbänden. Braunschweig 1864 bis 1888. — Schnabel, Lehrbuch der Metallhüttenkunde. 2. Aufl. Berlin 1903. — Stölzel, Metallurgie. Braunschweig 1863—86. — Muspratt theoret. prakt. und analyt. Chemie. Frei bearb. von Stohmann und Kerl. 4. Aufl. Braunschweig 1886 usw. — A. Kerpely, Fortschritte der Eisenhütten-Technik mit Anhang, enthält die Fortschritte der andern metallurg. Gewerbe. Leipzig. — Beckert und Brand, Hüttenkunde. Stuttgart, 1895. — Neumann, Die Metalle. Halle 1904. — <sup>2)</sup> H. Wedding, Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde. 2. Aufl. Braunschweig 1904. — H. Wedding, Grundriß der Eisenhüttenkunde. 4. Aufl. Berlin 1900. — Ledebur, Handbuch der Eisenhüttenkunde, 4. Aufl. Leipzig 1903. — A. Ledebur, Das Roheisen in bezug auf seine Verwendung zur Gießerei. 4. Aufl. Leipzig 1803. — Dürre, Wissenschaftlich techn. Handbuch des gesamten Eisengießerei-Betriebs. 2 Bde. 2. Aufl. Leipzig 1896. — Wedding, Darstellung des schmiedbaren Eisens nebst Ergänzungen. Braunschweig 1888. — Beckert, Leitfaden der Eisenhüttenkunde. 2. Aufl. Berlin 1898. — Jahrbuch für Eisen- und Hüttenwesen. Düsseldorf 1902, 1903. — H. v. Jüptner, Grundzüge der Siderologie. Leipzig 1904.

Mit der Abnahme des Kohlenstoffes wächst die Dehnbarkeit, damit im Zusammenhang die Festigkeit des Eisens in hoher Temperatur, welche die Schmiedbarkeit (*Malléabilité*, *Malleability*) und die Schweißbarkeit begründet.

Chemische und mikroskopische Untersuchungen von polierten bzw. geätzten Schliffen im auffallenden Licht haben die Anschauung begründet, daß das technisch verwertbare Eisen zusammengesetzt ist aus reinem Eisen von großer Weichheit und Dehnbarkeit (genannt Ferrit = Fe) und aus verschiedenen Karbiden, unter welchen besonders bemerkenswert sind: Zementit, Martensit, Austenit, Perlit, Sorbit und Troostit. Diese Karbide bilden sich je nach den Kohlenstoffmengen und den Erwärmungs- und Abkühlungsverhältnissen und geben dem Eisen die verschiedensten Eigenschaften. Zementit ist z. B. der härteste Bestandteil des Eisens und bildet ein Karbid =  $\text{Fe}_3\text{C}$ . Martensit ( $\text{Fe}_5\text{C}_2$ ) findet sich im gehärteten Stahl. Austenit tritt in kohlenstoffreichem Eisen auf, wenn dasselbe von sehr hoher Temperatur in Eiswasser abgekühlt wird. Perlit ( $\text{Fe}_{12}\text{C}_4$ ) ist nur in ausgeglühtem Stahl vorhanden. Sorbit wird als Übergangsglied zwischen Martensit und Zementit angesehen. Troostit ( $\text{Fe}_9\text{C}_3$ ) ist ein Bestandteil des mittelharten Stahls. Außer diesen tritt auch noch Graphit als mikrographischer Bestandteil des Eisens auf.

Über das Verhalten des Kohlenstoffes und der Kohlenstoffverbindungen im Eisen und dessen Folgeerscheinungen wird zunächst angenommen, daß der Kohlenstoff im geschmolzenen flüssigen Eisen aufgelöst ist. Da nun bei einer ausreichenden Menge von Kohlenstoff durch plötzliches Erstarren und Abkühlen das Eisen eine mehr oder weniger große Härte annimmt, so hat man die hierbei in Betracht kommende Kohlenstoffform die Härtungskohle genannt. Bei langsamem Erstarren kohlenstoffreichen Eisens bis zu etwa  $1000^\circ$  scheidet sich ein Teil des Kohlenstoffes als Graphit in der Gestalt dunkler Blättchen aus und zwar um so mehr je langsamer die Abkühlung bis zum Erstarren vor sich geht. Auf etwa  $700^\circ$  abgekühlt sondert sich in kohlenstoffreichem Eisen die sog. Karbidkohle (Zementkohle, Glühkohle, chemisch gebundener Kohlenstoff) ab, welche mit dem Eisen Zementit bildet. Auch hier hindert eine schnelle Abkühlung die Bildung der Karbidkohle (Härten). Wird Eisen beim Abkühlen oder beim Wiedererhitzen längere Zeit auf einer Temperatur erhalten, die zwischen der für Karbidbildung und der für Graphitausscheidung also zwischen  $700$  und  $1000^\circ$  liegt, so scheidet sich amorpher Kohlenstoff ab, der Temperkohle genannt wird. — Das eigenartige Verhalten des Kohlenstoffes im Eisen wechselt naturgemäß mit den vorhandenen Mengen und ist auch abhängig von der Anwesenheit anderer Stoffe namentlich des Siliziums und des Mangans, indem z. B. Silizium die Ausscheidung des Graphits begünstigt während Mangan dieselbe beeinträchtigt. In allen Fällen gestattet aber die Ausnutzung dieses Verhaltens einen großen Einfluß auf die Hervorrufung und Regelung einzelner Eigenschaften des Eisens.

Selbstverständlich können der Kohlenstoffgehalt und die damit zusammenhängenden Eigenschaften beliebig abgestuft sein; in der Technik unterscheidet man aber nur zwei Gruppen von Eisen, je nachdem die Schmelzbarkeit oder die Schmiedbarkeit vorherrscht und nennt die erste Gruppe Roheisen, die zweite schmiedbares Eisen.

### 1. Roheisen. (Fer cru, Fonte crue, *Raw iron*, *Crude iron*.)

Das Roheisen, so genannt, weil es das Grundmaterial für das schmiedbare Eisen ist und direkt aus Erzen durch Reduktion und Schmelzung mit Kohlung gewonnen wird, besitzt 2,3 bis 5,0% Kohlenstoff, der als Härtungs-

kohle dem Eisen eine weiße Farbe erteilt, als Graphit ausgeschieden eine graue Farbe hervorruft. Da die Farbe also mit der Form der Kohlenstoffbeimengung zusammenhängt, so teilt man das Roheisen in zwei Hauptklassen, Weißes und Graues Eisen.

a) Weißes Eisen. (Weiß Eisen, Fonte blanche, *White pig-iron*.) — Das Weiß Eisen enthält den Kohlenstoff stets als Härtungskohle, hat eine metallisch-weiße Farbe, einen strahligen oder blätterigen Bruch, der oft dicht wie geflossen, aber niemals körnig erscheint. — Es ist sehr hart und spröde, so daß einzelne Sorten von der Feile nicht angegriffen werden, von geringer Festigkeit und nicht dehnbar. Es schmilzt bei 1000—1100°, ist also leicht schmelzbar, bleibt aber dickflüssig und füllt die Gußform unvollständig aus, weshalb es zu Gußgegenständen nur Verwendung findet, wenn diese große Härte erhalten sollen. — Man unterscheidet mehrere Abstufungen von Weiß Eisen und bezeichnet sie nach der am Bruche sichtbaren Farbe und Struktur als Spiegeleisen (Fonte spéculaire, F. miroitante, *Specular-iron*) mit grobkristallinisch-blätterigem Gefüge, als Weißstrahliges mit kristallinisch-strahligem Bruch, als mattes oder grelles Weiß Eisen, wenn der Bruch eben und dicht ist.

b) Graues Eisen. (Graueisen, Fonte grise, F. tendre, *Grey pig-iron*.) Das Graueisen enthält den Kohlenstoff größtenteils als Graphit ausgeschieden und spielt in der Farbe seiner Bruchflächen zwischen hellgrau und schwarz, während die Struktur immer körnig ist. Die hellgrauen Sorten haben ein feinkörniges Gefüge, sind weich, aber nicht mürbe und daher leicht zu bearbeiten, von erheblicher Festigkeit, aber nicht dehnbar. Die Schmelztemperatur des Graueisens liegt bei 1100 bis 1200°, also höher als beim Weiß Eisen. Geschmolzen ist es aber sehr dünnflüssig, füllt mithin die Form gut aus; indem es sich im Augenblicke des Erstarrens zugleich etwas ausdehnt, liefert es scharfe Güße und eignet sich daher als Gußeisen vorzüglich zu Gußzwecken. — Das dunkelgraue oder schwarze Eisen (Übergares Roheisen, Fonte noire, *Black pig-iron*) ist von grobkörnigem, schuppig-kristallinischem Bruchansehen, weich und mürbe, von geringer Festigkeit und Gußfähigkeit, so daß es niemals absichtlich erzeugt wird.

Das graue und das weiße Eisen gemischt bilden das halbierte Eisen (Fonte truitée, *Mottled-iron*); herrscht dabei das graue Eisen vor, so heißt es schwach halbiert; das Ansehen ist dann netzartig mit größeren eingesprengten schwarzen Punkten; ist das weiße Eisen dahingegen vorwiegend, so nennt man es stark halbiert; das Ansehen ist weiß mit schwarzen Punkten, von kleinen Kügelchen des grauen Eisens herrührend.

Da die Art, wie der Kohlenstoff im festen Eisen sich befindet, wesentlich von den Erstarrungsverhältnissen sowie der Anwesenheit von Silizium und Mangan abhängt, so hat man hierin ein Mittel, sowohl graues Eisen in weißes (durch Abschrecken), als weißes in graues (durch langsames Abkühlen) zu verwandeln. Gießt man geschmolzenes Eisen in Formen aus guten Wärmeleitern, so schreckt sich die Oberfläche ab und bildet eine harte Rinde von oft beträchtlicher Dicke über einem weichen Kern, oder es wird das Gußstück, wenn es klein ist, durch und durch hart. Die hiervon gemachte praktische Anwendung liefert den Hartguß (Fonte durcie, *Chilled work*).

Außer dem Kohlenstoffe ist in dem Roheisen oft noch: Silizium, Mangan, Phosphor, Schwefel etc. enthalten, wovon folgendes zu bemerken ist. — Phosphor macht das Eisen dünnflüssiger und daher zu Kunstguß geeigneter, aber auch in hohem Grade härter und spröder und vermindert demnach die Festigkeit und die allgemeine Anwendbarkeit. — Von Schwefel (wenn sein Gehalt

zwischen 0,1 und 0,5 %) wird das Eisen dickflüssig, also zu scharfen Güssen unbrauchbar, und da auch die Festigkeit vermindert wird, zu vielen anderen Zwecken unanwendbar. Silizium macht das Eisen dünnflüssiger, wirkt der Aufnahme des Kohlenstoffes entgegen und fördert daher die Ausscheidung desselben im Graueisen. Mangan hat die entgegengesetzte Wirkung.

## 2. Schmiedbares Eisen.

Enthält das Eisen weniger als 2,3 % Kohlenstoff, so besitzt es die Eigenschaft, in der Wärme allmählich zu erweichen und eine teigige Beschaffenheit anzunehmen, welche sowohl eine leichte Formänderung durch äußeren Druck, als auch eine Verbindung einzelner Stücke durch Zusammenkneten ermöglicht, und also die mit der Kohlenstoffabnahme wachsende Ursache der Schmiedbarkeit und Schweißbarkeit ist. Die Schmelztemperatur steigt in dem Maße, als der Kohlenstoffgehalt sich vermindert, beträgt an der Grenze bei 2,3 % etwa 1400° und bei 0,1 % über 1600°, so daß nur das hochgekohlte schmiedbare Eisen noch verhältnismäßig leicht geschmolzen werden kann. — Bei einem Kohlenstoffgehalte zwischen etwa 0,6 bis 1,6 % ist das schmiedbare Eisen härtbar, d. h. wenn dasselbe auf Rotglut erhitzt und plötzlich z. B. durch Eintauchen in kaltes Wasser abgekühlt wird, nimmt es eine sehr große Härte an. Da dem Eisen mit weniger als 0,6 % Kohlenstoff die Härtbarkeit abgeht, so wird in der Technik auch der Unterschied zweier schmiedbarer Eisenarten dadurch betont, daß man kurzweg Schmiedeseisen (*Fer malléable*, *F. ductile*, *Wrought iron*, *Maleable iron*, *Soft iron*) das nicht härtbare und Stahl (*Acier*, *Steel*) das härtbare nennt. (Eisen mit 1,6 bis 2,3 % Kohlenstoff findet in der Technik keine Verwendung.)

Zur Gewinnung des schmiedbaren Eisens werden verschiedene Wege eingeschlagen, je nachdem man es direkt aus den Erzen durch Reduktion und Kohlung, oder aus dem Roheisen durch Entziehung von Kohlenstoff, oder aus kohlenstofffreiem Eisen durch Zuführung von Kohlenstoff darstellt. — Die erste Methode, die sog. Rennarbeit, hat keine technische Bedeutung, da sie nur äußerst selten zur Erzeugung kleiner Mengen verwendet wird.

Die zweite Methode, die sog. Frischarbeit, welche die Regel bildet, bezweckt die Verminderung des Kohlenstoffes im Roheisen durch Verbrennen mittelst Sauerstoff. Dieses Verbrennen wird entweder dadurch erreicht, daß man atmosphärische Luft auf das flüssige Eisen führt, oder durch das geschmolzene Eisen hindurchtreibt. Im ersteren Fall findet der Prozeß entweder in einem offenen Herde (*Herdfrischen*), oder in einem geschlossenen Flammofen (*Flammofenfrischen*) statt; im zweiten Fall erfolgt die Einwirkung in einem Gefäße, durch dessen Boden die Luft (*Wind*) in das geschmolzene Metall geblasen wird (*Windfrischen*).

Beim *Herdfrischen* werden Gußeisenstücke (*Gänze*) auf den Rand eines kleinen, viereckigen, vertieften, aus Gußeisenplatten (*Zacken*) gebildeten Herdes gelegt und von einem gegenüberstehenden Gebläse mit Hilfe von Brennmaterial (*Holz*kohlen oder gedörrtes Holz) tropfenweise eingeschmolzen. Durch dieses Einschmelzen wird nicht nur ein Teil Kohlenstoff direkt verbrannt, sondern es entsteht auch Eisenoxyd, welches nun wieder auf den noch vorhandenen Kohlenstoff durch Abgabe von Sauerstoff in der Art einwirkt, daß hiervon abermals ein Teil als Kohlenoxyd entweicht. Gleichzeitig bewirkt der Sauerstoff eine Oxydation verschiedener Beimengungen (*Silizium*, *Phosphor*, *Mangan* etc.), woraus sich eine Schlacke (*Frischschlacke*) bildet. Das Eisen

sammelt sich im Herde in teigiger Beschaffenheit an und wird mit Brechstangen herausgehoben (Rohaufbrechen), um derselben Operation noch einmal oder mehreremale unterworfen zu werden. Zuletzt (beim Gareinschmelzen) entsteht das gefrischte Eisen, welches als Klumpen (Luppe, Deul, Loupe, Masset, *Loop, Lump, Ball*) aus dem Herde genommen wird (Garaufbrechen). Die so gewonnene Luppe ist von schwammiger Beschaffenheit, ganz von Schlacke durchzogen und wird von letzterer durch kräftiges Pressen in Quetschmaschinen oder durch Hämmern unter schweren Hämmern oder durch Walzen befreit (Luppenzängen). Durch das Zusammenschweißen der einzelnen Eisenteile verliert die Luppe beim Zängen auch die schwammige Struktur, wird mehr homogen und zugleich in Stäbe (Luppenstäbe) verwandelt.

Das Flammofenfrischen wird in Flammöfen (mitunter in rotierenden Öfen) in der Weise vorgenommen, daß man Gußeisen in der muldenartigen Vertiefung eines solchen Ofens von einer darauf stehenden Flamme, die in einem besonderen Feuerraum sich entwickelt, niederschmelzen läßt, und die an der Oberfläche entstehenden Eisenoxyde so lange unter die Masse rührt (Puddeln, Puddler, *Puddle*), bis ein sandartiger Zustand die Umwandlung des Roheisens in Schmiedeisen anzeigt. Darauf werden bei gesteigerter Hitze mit Hilfe von Brechstangen und vermöge der entstandenen Schweißbarkeit wie beim Herdfrischen Luppen gebildet und dem Zängen unterworfen. Der Hauptvorteil des Puddelfrischens liegt in der Anwendung jeglichen Brennmaterials, da das Eisen nur mit der Flamme in Berührung kommt, in dem kontinuierlichen Betriebe und der größeren Produktivität. — Es war daher nach dem Herdfrischen das Puddeln ein wichtiger Fortschritt in der Schmiedeisenengewinnung.

Das Windfrischen wurde von Bessemer in England (1858) eingeführt und daher auch mit dem Namen Bessemern belegt. Zur Ausführung desselben wird Roheisen zuerst in Kupolöfen geschmolzen und darauf in bedeutenden Mengen (5000 bis 15000 kg) auf einmal in ein oben mit einer Öffnung (Mund) versehenes, birnförmiges Gefäß (Birne; Birnenfrischen) eingegossen, welches mit einem Gebläse derart in Verbindung steht, daß der Wind von unten her, durch eine mit 7 bis 13 Löchern versehene Form in Strahlen verteilt, mit gehörigem Drucke in das Metall eintritt. Hierbei verbrennt Kohlenstoff, Silizium, Mangan und Eisen mit solcher Heftigkeit und Wärmentwicklung, daß der ganze Entkohlungsprozeß nur etwa 15 bis 18 Minuten in Anspruch nimmt, daß trotz der Entkohlung die ganze Eisenmasse flüssig bleibt und nach Beendigung des Prozesses aus der Birne ausgegossen werden kann. Zu dem Zwecke kippt man die Birne (daher Konvertor genannt) mittelst mechanischer Vorrichtungen um zwei horizontale Zapfen, so daß der Inhalt durch das Mundloch in eine große Gießpfanne fließt, von welcher aus er dann in prismatische eiserne Formen (Eingüße) gegossen wird, in welchen er zu Blöcken (Ingots) von 90 bis 700 kg Gewicht erstarrt. — Eine Ergänzung erfuhr der Bessemerprozeß durch Thomas, dem es gelang, durch eine basische Zusammensetzung des sonst sauren Konvertorfutters auch die Beseitigung des Schwefels und Phosphors aus dem Eisen zu bewirken (Thomasieren, Thomaprozeß, Thomaseisen 1878).

Um dem Bessemerisen den gewünschten Anteil von Kohlenstoff zu sichern, schlägt man zwei Methoden ein, indem man entweder mit der Entkohlung in einem genau abzapassenden Augenblicke aufhört (Schwedische Methode), oder gebräuchlicher, indem man erst vollständig entkohlt und darauf durch Eingießen von reinem, hochgekohltem Spiegeleisen die erforderliche Menge Kohlenstoff wieder hinzufügt (Englische Methode). —

Die Darstellung des schmiedbaren Eisens durch Zuführung von Kohlenstoff (Kohlung) beschränkt sich naturgemäß auf die Sorten mit höherem Kohlenstoffgehalt, also insbesondere auf Stahl. — Die Kohlung erfolgt dabei entweder durch Zusammenschmelzen von hochgekohltem mit kohlenstoffarmem Eisen, oder durch direkte Zuführung von Kohlenstoff.

Für den ersten Vorgang ist besonders das nach seinem Erfinder benannte Martinverfahren in Aufnahme gekommen, weil dasselbe nebenbei eine ausgiebige Verwendung von Alteisen (z. B. abgenutzten Eisenbahnschienen) und Eisenabfall, Ausschußstücken etc. gestattet. Es besteht darin, daß man Roh-eisen in einem Flammofen (Flammofenverfahren) bei hoher Temperatur flüssig hält und demselben portionenweise Schmiedeseisen zusetzt, das sich darin auflöst. Die Menge beider Eisensorten wird dabei so bemessen, daß die richtige Durchschnittsmenge des Kohlenstoffes resultiert. Da die Einsätze in der Regel sehr bedeutend (bis 15000 kg) sind, so liefert auch dieses Verfahren in kurzer Zeit sehr große Massen schmiedbares Eisen.

Die Kohlung durch unmittelbare Zuführung von Kohlenstoff heißt Zementation und beruht auf der Tatsache, daß Eisen in Kohle eingehüllt und bei Abschluß der atmosphärischen Luft geglüht, begierig Kohlenstoff aufnimmt, und daß sich dieser infolge einer Molekularwanderung allmählich von außen ins Innere fortpflanzt und so nach und nach die ganze Eisenmasse durchdringt, wobei die Menge und Verteilung des Kohlenstoffes durch die Zeit und Temperatur der Glühung bestimmt und geregelt wird. — Zum Zwecke des Zementierens packt man kohlenstoffarme Eisenstäbe mit Holzkohle in Tonkasten ein, die in langen Flammöfen (Zementieröfen) im Glühen erhalten bleiben. Die nach genügender, an Probestücken erkannter Kohlhung aus den Kasten genommenen Stäbe zeigen auf der Bruchfläche ein grobblättriges, strahlig angeordnetes Gefüge und auf der Oberfläche vielfach Blasen (Blasenstahl, Acier boursoüflé, *Blister-steel*), welche von Gasen herrühren, die durch Einwirkung der Kohle auf eingesprengte Oxydteilchen entstehen und bis an die Oberfläche vordringen, aber bei weiterer Verarbeitung wieder verschwinden.

Die schmiedbaren Eisensorten führen je nach ihrer Gewinnungsart folgende Bezeichnungen:

1. Renneisen; Rennstahl.
2. Frischeisen; Frischstahl, Herdstahl, Schmelzstahl, Mock, (Acier brut, A. de forge, *Rough steel*).
3. Puddel-eisen; Puddelstahl (Acier puddlé, *Puddle-steel*).
4. Bessemereisen; Bessemerstahl.
5. Thomaseisen; Thomasstahl.
6. Martineisen; Martinstahl.
7. Zementeisen; Zementstahl, Kohlungsstahl, Brennstahl (Acier cementé, *Cement-steel*).

Diese Produkte zerfallen dadurch in verschiedene Klassen, daß ein Teil derselben (Bessemer-, Thomas-, Martineisen) auf flüssigem Wege, der andere Teil (Frisch-, Puddel-, Zementeisen) auf nicht flüssigem Wege gewonnen wird und seinen Zusammenhang erst infolge des Zusammenschweißens der Metallteilchen erhält. Auf Grund dieser Verschiedenheit in der Erzeugung hat man der ersten Gattung den Namen: Flußeisen (Fer fondu, *Ingot-iron*) beziehungsweise Flußstahl (Acier fondu, *Ingot-steel*), der zweiten Gattung den Namen: Schweiß-eisen (Fer soudé, *Weld-iron*) beziehungsweise Schweißstahl (Acier soudé, *Weld-steel*) gegeben. — Die sämtlichen technisch verwerteten Eisenarten sind demnach folgendermaßen klassifiziert:

## Technisch verwertetes Eisen

## I. leicht schmelzbar, nicht schmiedbar:

## Roheisen

mit Graphit: Graues Roheisen.	mit Härtungskohle: Weißes Roheisen.
----------------------------------	--

## II. Schwer schmelzbar, schmiedbar:

## Schmiedbares Eisen

in flüssigem Zustande erhalten, Flußeisen		in nicht flüssigem Zustande erhalten, Schweißeisen	
härtbar Flußstahl	nicht härtbar Flußschmiedeeisen (kurz: Flußeisen).	härtbar Schweißstahl	nicht härtbar Schweißschmiedeeisen (kurz: Schweißeisen).

Da vielfach nicht die Härbarkeit sondern die Festigkeit die Bezeichnung Stahl bestimmt, so ist man übereingekommen, als Grenze der Festigkeit zwischen Flußstahl und Flußeisen 50 kg und zwischen Schweißstahl und Schweißeisen 42 kg auf 1 qmm festzusetzen.

Je nach der Art der Darstellung und der Wahl des Rohmaterials hat das rohe schmiedbare Eisen verschiedene Beschaffenheit und Qualität. Die Ursache der ungleichmäßigen Beschaffenheit liegt größtenteils darin, daß der Kohlenstoff nicht vollkommen gleich verteilt, und daß Schlacken- und Oxydteile, Blasen, Lucken u. dergl. eingeschlossen geblieben sind. Das schmiedbare Eisen bedarf daher stets noch einer Verbesserung und zwar entweder durch mehrfach wiederholtes Erhitzen und Durchkneten oder durch Umschmelzen. Naturgemäß ist diese Unregelmäßigkeit beim Schweißeisen bedeutend größer als beim Flußeisen, weil sich hier der aufgelöste Kohlenstoff während des Flüssigseins sehr regelmäßig hat verteilen können. Daher erfolgt die erstere Verbesserungsarbeit in der Weise, daß man das Eisen zu Stangen ausschmiedet, diese mit einer Schere in kurze Stücke schneidet und daraus durch passendes Zusammenlegen sogenannte Pakete oder Garben bildet. Diese Pakete werden sodann in Schweißöfen bis zur Schweißhitze erwärmt und unter Hämmern oder in einem Walzwerke wieder in Stäbe verwandelt, mit denen dieser Arbeitsprozeß wiederholt wird. Die Operation heißt Raffinieren oder Gärben und liefert das raffinierte Eisen (Stabeisen; Fein-, Gärb-, Edelstahl, Acier raffiné, *Refined steel*). Das Umschmelzen zum Zwecke der Verbesserung findet fast nur beim Schweißstahl Anwendung und liefert den sogen. Gußstahl oder Tiegelstahl (Acier fondu au creuset, *Crucible-steel*, *Cast-steel*), wenn dasselbe in Tiegeln vorgenommen ist. Gewöhnlich in Stangen ausgegossen, dient derselbe hauptsächlich zur Anfertigung von Werkzeugen (Werkzeugstahl), während der gewöhnliche Stahl (Flußstahl) als Konstruktionsmaterial von großer Bedeutung geworden ist<sup>1)</sup>.

Über die verschiedenen Stahlsorten ist folgendes zu bemerken:

Damaszener- oder damaszierter Stahl. Dieser Stahl besteht aus einem Gemenge von mehr oder weniger regelmäßig nebeneinanderliegenden Stahlteilen von verschiedenem Kohlenstoffgehalte, der deshalb, weil er an verschiedenen Stellen verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen Ätzmittel besitzt, durch Säuren verschieden stark angegriffen wird und daher an glatt gemachten Stellen Zeich-

<sup>1)</sup> Thallner. Werkzeugstahl. 2. Aufl. Freiberg 1904. — Thallner. Konstruktionsstahl. Freiberg 1904.

nungen (Damast, Damaszierung) bekommt. Er wurde ursprünglich durch Schmelzen von Schmiedeseisen zwischen Blättern und Holzspänen in Tiegeln erhalten und heißt dann Wootz. Künstlich wird er dargestellt durch Zusammenschweißen von Schmiedeseisen mit Stahl in dünnen Lamellen, welche nach dem Schweißen durch Recken, Winden, Drehen, Wiedezusammenschweißen etc. ebenfalls die oben erwähnte Eigentümlichkeit in der Masse hervorbringen. — Der Damaszener Stahl zeichnet sich durch eine sehr große Zähigkeit und Biegsamkeit aus und ist demnach für bestimmte Zwecke (Flintenröhren, Säbelklingen etc.) sehr geschätzt.

Eine besondere Klasse von Stahl bildet der Spezialstahl<sup>1)</sup>, der mit Mangan, Nickel, Silizium, Chrom, Wolfram, Molybdän usw. legiert ist und vielen Zwecken, namentlich als Werkzeugstahl mit großer Naturhärte dient. Von Wichtigkeit sind folgende:

Nickelstahl hat gewöhnlich einen Nickelgehalt bis 5%, zeichnet sich durch eine ausserordentlich große Naturhärte und Festigkeit aus und dient daher als Konstruktionsmaterial für Maschinenteile, die stark in Anspruch genommen werden (Schiffmaschinenwellen), sowie für Panzerplatten, Kanonenrohre u. dergl.

Chromstahl mit reinem Chromgehalt bis zu 2% besitzt ebenfalls eine grosse Härte, wie sie z. B. für manche Geschosse (Panzergranaten) und Werkzeuge erwünscht ist.

Wolframstahl mit reinem Wolframgehalt bis 10% ist desgleichen durch eine hohe Härte und Schmiedbarkeit ausgezeichnet und deshalb als Werkzeugstahl geschätzt.

Manganstahl mit einem Mangangehalt von 8 bis 15% besitzt große Festigkeit und Naturhärte und eignet sich besonders zur Anfertigung von Werkzeugen und Maschinenteilen.

Einige der obigen Zusätze (namentlich Chrom und Wolfram) geben dem Stahl die höchst beachtenswerte Eigenschaft bei selbst hoher Erwärmung die Härte und Schneidfähigkeit zu behalten. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, die aus solchem Stahl hergestellten Werkzeuge mit sehr großer Schnittgeschwindigkeit zur Wirkung zu bringen (Schnellstahl, Rapidstahl). Hauptsächlich tritt diese Eigenschaft bei Anwesenheit von Chrom und Wolfram auf und findet ihre Erklärung darin, daß bei hoher Erwärmung ein Teil des Kohlenstoffes sich mit Chrom und Wolfram zu Karbiden verbindet, die außerordentlich harte Körper bilden, welche an der Schneide sitzend von dem umgebenden Eisen festgehalten werden. Demnach fällt bei diesen Stählen auch das eigentliche Härten weg, indem der zur Weißglut erhitzte Stahl nur durch einen Gebläseluftstrom oder überhaupt gar nicht schnell abgekühlt und selbstverständlich auch nicht angelassen wird.

Zur Beurteilung der Beschaffenheit des schmiedbaren Eisens dient in erster Linie das auf dem frischen Bruch erkennbare Gefüge, weil dieses sowohl von der chemischen Zusammensetzung, als von der mechanischen Bearbeitung des Eisens abhängt. Ursprünglich ist dieses Gefüge stets ein kristallinisch-körniges mit lichtgrauer Farbe. Die Größe des Kornes steht jedoch in Beziehung zu dem Kohlenstoff-, Mangan-, Wolfram-, Phosphor- usw. Gehalte, indem die ersten drei ein feines und Phosphor ein grobes Korn hervorbringen.

1) Ztschr. d. V. d. Ing. 1895, S. 1353. — Stahl und Eisen 1892, S. 213; 1901, S. 26, 75, 169, 215, 462, 1377; 1902, S. 1363; 1903, S. 287. — Dinglers Journ. 284, 288; 288, 72; 292, 168; 296, 96; 298, 286; 317, 65; 318, 480. — Berl. Verh. 1900, S. 179; 1901, S. 128.

Daraus folgt, daß kohlenstoffreiches Eisen (Stahl) ein feinkörniges, kohlenstoffarmes (Schmiedeeisen) ein grobkörniges Gefüge besitzt, und daß das Gefüge um so feiner wird, je härter das Eisen ist. Die härteren Stahlsorten haben ein so feines Korn, daß die Bruchfläche samtartig glanzlos erscheint und die Struktur nur unter dem Vergrößerungsglase zu erkennen ist. — Die Feinheit des Gefüges nimmt durch Hämmern, Walzen und Härten zu, weshalb öfter umgearbeitetes Eisen ein feineres Korn besitzt als gegossenes und unbearbeitetes, das gewöhnlich ein sehr großes Korn zeigt. Das hochfeine Korn des harten Stahls rührt zum Teil von solcher mechanischer Bearbeitung her. — Wird das schmiedbare Eisen stark bis an die Schmelztemperatur erhitzt, so verwandelt sich das Gefüge wieder in ein grobkörniges mit starkem Glanz; in diesem Zustande hat das Eisen die Dehnbarkeit und Schmiedbarkeit stark eingebüßt und heißt überhitzt oder verbrannt (*Fer brulé*, *Burnt iron*). Kohlenstoffarmes Eisen erleidet oft eine Gefügeänderung dadurch, daß sich die Eisenteilchen beim Schmieden oder Walzen in der Streckrichtung (also bei Stäben in der Längsrichtung) faserartig gruppieren und beim Bruch ein bandartiges Zusammenhängen zeigen. Solches Eisen heißt deshalb sehnig (*Fer tenace*, *Fibrous iron*) und besitzt in der Sehnrichtung eine größere Zähigkeit als in der Querrichtung.

Die Eigenschaften des schmiedbaren Eisens werden ebenfalls durch fremde Beimischungen in nachteiliger Weise verändert. Die Anwesenheit von Schwefel vermindert seine Festigkeit, namentlich in der Rotglühhitze, daher besonders seine Schmiedbarkeit und Schweißbarkeit. Schon 0,04% Schwefel macht das Eisen unbrauchbar. Man nennt diesen Fehler Rotbruch. — Kaltbrüchig, d. h. in der Kälte spröde und weniger fest, dahingegen leichter schweißbar, wird das Schmiedeeisen namentlich durch einen Gehalt an Phosphor, der übrigens 0,5% groß sein darf, bis er schädlich wird. — Silizium (etwa 0,3%) macht das Schmiedeeisen spröder und härter, vermindert die Schweißbarkeit und Festigkeit und ist die Hauptursache des Faulbruchs. — Enthält das Eisen von der Darstellung her noch rohe (kohlenstoffreiche) Teile, so ist es hart und weder in der Wärme, noch in der Kälte gut zu bearbeiten: es heißt dann rohbrüchig. — Von der Fabrikation her hat das Eisen mitunter noch andere Fehler, wovon die wichtigsten folgende sind. Waren im Innern desselben Schlackenteile vorhanden, die das Zusammenschweißen verhinderten, so entstehen die unganzen (*Cendreaux*, *Pailleux*, *Flawy*) Stellen, welche Schiefer (*Paille*, *Flaw*) heißen, wenn sie sich bei der Verarbeitung ablösen (abschiefern). Kleine unganze Stellen heißen Löcher, Aschlöcher, Äschel. Langrisse sind feine Spaltungen, die vom Walzen herrühren. — Eine dunkle Farbe des Schmiedeisens soll stets glänzend, eine helle Farbe matt erscheinen.

Rotbrüchiges Eisen (*Fer cassant à chaud*, *F. métis*, *Red short iron*) hat eine dunkelgraue Farbe mit schwachem Glanz und eine fadige Textur.

Kaltbrüchiges Eisen (*Fer cassant à froid*, *F. tendre*, *Cold short iron*) zeigt eine hellweiße Farbe mit starkem Glanz und flache schuppige Körner.

Faulbrüchiges (haderiges) Eisen ist von sehr ungleichförmigem Ansehen; körnige Textur liegt neben faseriger.

Rohbrüchiges Eisen ist dadurch gekennzeichnet, daß eine grobkörnige Textur mit weißer Farbe abwechselt mit feinkörniger Textur und dunkler Farbe.

Verbranntes Eisen (*Fer brulé*, *Burnt iron*) ist erkennbar an dem grobkörnig-eckigen oder blättrigen Gefüge mit starkem Glanz.

Von größter Bedeutung ist der Stahl deshalb, weil derselbe mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,6 bis 1,6% nicht nur bei einer Schmelztemperatur von 1400° noch zu den gießbaren Metallen gehört, sondern außerdem noch schmied-

bar, schweißbar und härtbar ist. Die Härtbarkeit insbesondere macht den Stahl für alle Fälle höchst wertvoll, in welchen große Härte als Gebrauchseigenschaft gefordert wird (Werkzeuge). Die größte Härte (Glashärte) nimmt derselbe an, wenn er glühend plötzlich abgekühlt wird. Wegen der mit dieser Glashärte zusammenfallenden großen Sprödigkeit findet glasharter Stahl nur wenig Verwendung (Feilen sind glashart). Durch allmähliches Anwärmen kann man aber die Härte bis zu jedem beliebigen Grade zwischen den Grenzen der Glashärte und Naturhärte mindern und dem jedesmaligen Zwecke anpassen (Nachlassen). Die ganze Arbeit des Härtens (Temper, *Harden*)<sup>1)</sup> zerfällt daher in die drei Operationen des Erhitzens, Abkühlens und Nachlassens.

Das Erhitzen muß möglichst rasch aber gleichmäßig bis zu dem Augenblicke erfolgen, wo der Stahl eine Kirschrotglut annimmt. Es wird entweder im Schmiedefeuer mit Holzkohlen oder bei kleinen Gegenständen in der Flamme einer Spiritus- oder Gaslampe oder, wenn eine größere Anzahl auf einmal gehärtet werden soll (z. B. Nähnadeln, Stahlfedern), in Büchsen aus Ton, Eisen etc. vorgenommen, die in Muffelöfen erhitzt werden. Auch große Eisenstücke, welche sorgfältig gegen Oxydation zu schützen sind (z. B. Münzstempel u. dergl.) erhitzt man in Blechgefäßen zwischen Kohle aus Leder. Zur Verhinderung der Oxydbildung dient auch ins Feuer geworfenes Kochsalz, sowie Seife oder Blutlaugensalz, womit das Arbeitsstück bestreut wird. Haben die zu härtenden Stücke sehr unregelmäßige Profile, so empfiehlt sich das Erhitzen in geschmolzenem, rotglühendem Blei.

Die plötzliche Abkühlung beruht auf schneller Entziehung der Wärme, weshalb gute Wärmeleiter im allgemeinen sich besser zum Abkühlen eignen als schlechte. Fast immer dient dazu Wasser von gewöhnlicher Temperatur, in welchem der schnell eingetauchte erhitzte Stahl hin und her bewegt wird, um die Wasserdampfblasenbildung an der Stahloberfläche zu verhindern und den Stahl stets mit anderen Wasserteilen in Berührung zu bringen. In einzelnen Fällen kann es erwünscht sein, das Wasser in einem Strahl aufzuspritzen (Strahl- oder Spritzhärtung), z. B. bei Münzstempeln, Fräsen und hohlen Gegenständen, die inwendig zu härten sind. — Zur Beförderung der Härtung setzt man mitunter dem Wasser Substanzen zu, welche das Leitungsvermögen erhöhen (Kochsalz, Salmiak, Schwefelsäure etc. 2 bis 4<sup>0</sup>/o). Umgekehrt erfolgt in Kalkwasser, in Öl und Fetten (Vaselin) das Härten in geringerem Grade. Beim plötzlichen Abkühlen des Stahls bleibt die infolge der Erhitzung gleichmäßig gelöste Härtungskohle in diesem Zustande erhalten und erteilt die Härte; beim langsamen Erkalten dagegen scheidet sich ein Teil des Kohlenstoffes als Karbid aus und verhindert mehr oder weniger die Härtebildung. Zugleich kehrt der Stahl hierbei nicht vollständig auf den Raum vor dem Erhitzen zurück, sondern bleibt größer und zwar um etwa 3,0<sup>0</sup>/o in linearer Abmessung. Beide Erscheinungen lassen die Stahlteilchen in einer Spannung zurück, welche als Sprödigkeit auftritt. Da nun dickere Stellen eines Stahlstückes langsamer abkühlen als dünnere, oder später eingebrachte Stellen sich auch später abkühlen und demnach eine geringere Spannung bekommen, so ist beim Härten darauf zu sehen, daß alle Stellen sich gleichmäßig und gleichzeitig abkühlen, daß sich also dünnere Stellen an demselben Stücke später abkühlen als dickere.

<sup>1)</sup> Reiser, Das Härten des Stahles. 3. Aufl. Leipzig 1900. — Thallner, Werkzeugstahl. 2. Aufl. Freiberg 1904. — Dinglers Journ. 235, 183; 255, 1, 5, 6; 270, 141; 275, 188; 276, 525; 293, 287.

Die dickeren Stellen werden darum zuerst, also voran ins Wasser getaucht (Rücken bei Rasiermessern und Säbelklingen usw.).

Bleibt diese Regel unbeachtet, so können folgende Fälle eintreten: entweder geben die noch nicht gekühlten Teile der Ausdehnung der gekühlten Teile nach und beharren später in dieser Lage; dann ist die Folge eine Krümmung oder sonstige Formveränderung, welche man das Werfen (Ziehen, Verziehen, Déjeter, *Warp*, *Distort*) nennt (Feilen mit der flachen Seite aufs Wasser gebracht, werden an dieser Stelle konvex), oder sie geben zwar nach, beharren aber bei ihrer eigenen nun eintretenden Abkühlung nicht in der Lage, sondern dehnen sich ebenfalls gewaltsam aus: dann tritt in der Regel ein Springen (Reißen, Bersten, Criquer, *Crack*, *Clink*, Härterisse, Hartborsten, Crevasses, Criques, Gergures, *Cracks*) oder oft ein vollständiges Abtrennen (Zerspringen) ein.

Ist Stahl mit Schmiedeseisen belegt (z. B. bei Lochbeiteln), so drängt der Stahl beim Härten das Schmiedeseisen vor sich her, bildet eine konvexe Seite, die man hier und in ähnlichen Fällen dadurch verhindern kann, daß man sie vorher beim Abschmieden konkav macht. — An Stücken von beträchtlichen Dimensionen tritt beim Härten häufig schon an der Oberfläche eine Abkühlung mit Zusammenziehung ein, während das Innere noch glühend ist und dann oft einen Gegendruck ausübt, der die fest gewordene Kruste zerreißt.

Wichtig ist es, beim Härten des Stahls auf die erwähnte Veränderung der Dimensionen Rücksicht zu nehmen, wenn diese nach dem Härten genau vorgeschriebene Größe besitzen soll, wie z. B. bei Präg- und Lochstempeln, Matrizen, Bohrern verlangt wird. In solchen Fällen muß man diese und ähnliche Werkzeuge vorher soviel kleiner machen als der Ausdehnungskoeffizient vorschreibt, durchschnittlich um 3%. — (Bei komplizierten Formen der Schneidstempel läßt man diese oft sogar ungehärtet, weil es schwer fällt, vorher die richtigen Dimensionen zu treffen.)

Das Anlassen (*Recuire*, *Faire revenir*, *Temper*, *Let-down*) soll womöglich sofort nach dem Ablöschn vorgenommen werden, damit die Arbeitsstücke durch die große innere Spannung nicht platzen. Es erfolgt langsam auf eine Temperatur von 220 bis 330° in einem Holzkohlenfeuer oder in Flammen, die nicht rauchen, am zweckmäßigsten jedoch in heißer Luft, wenn es sich um große Gleichmäßigkeit handelt. Da die Nachlaßhärte von dem Erwärmungsgrade abhängt, so kommt es wesentlich auf die Erkennung der letzteren an.

Die Erscheinung, daß sich ein blankes Stahlstück beim Erwärmen mit einer äußerst dünnen Oxydschicht überzieht und je nach der Dicke dieser Haut verschiedene Farben annimmt, welche im inneren Zusammenhang mit dem Erwärmungsgrade stehen, bietet das einfachste und genügend sichere Merkmal für den Hitzeegrad der Erwärmung. Diese Farben<sup>1)</sup> (Anlauffarben, Anlaßfarben, *Couleurs de recuit*, *Temperings colours*) treten in folgender Weise hintereinander auf: Gelb, Rot, Violett, Blau. Jede von ihnen hat noch weitere Übergänge, wodurch folgende vollständigere Skala gebildet wird: Blaugelb, Goldgelb, Dunkelgelb, — Morgenrot, Purpurrot, — Violett, — Hellblau, Dunkelblau, — Meergrün; oder Hellgelb, Dunkelgelb, Gelbbraun, — Braunrot, Purpurrot, Violett, — Kornblumenblau, Hellblau, Meergrün. Je nach der Bestimmung des Stahlstückes wird dann bis zu einer gewissen Farbe erwärmt, um den verlangten Grad der Härte zu erhalten. Wohl ist dabei zu beachten, daß nicht alle Stahlsorten bei gleichen Anlaßfarben auch gleiche Härte er-

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1890, S. 238. — Stahl und Eisen 1895, S. 459, 943; 1897, S. 436; 1904, S. 56.

halten, weshalb man versuchsweise erst die Beziehung zwischen Härte und Anlaßfarbe feststellen muß. Ebenso ist es unerlässlich, sofort nach Erscheinen der Farbe mit dem Erwärmen einzuhalten oder das Stahlstück abzukühlen (durch Eintauchen in Wasser), um ein sog. Nachlaufen, das eine weitere Härteabnahme veranlaßt, zu verhindern.

Das Anlassen erfordert ebenso wie das Erhitzen und Ablöschen Umsicht und Geschick des Arbeiters: namentlich bei großen Gegenständen ist es schwierig, der Oberfläche eine ganz gleichmäßige Farbe zu geben. Manche Kunstgriffe kommen daher in Anwendung, z. B. erwärmte Platten, auf welche die Gegenstände geworfen werden, Metallmischungen, welche bei bestimmten Temperaturen schmelzen und in die man die Gegenstände dann eintaucht u. dergl.

Nachstehende kleine Tabelle enthält die Temperaturen für die verschiedenen Anlaßfarben und die Verwendung des bei diesen Farben angelassenen Stahls.

221 <sup>0</sup> — Blaßgelb	} Zu chirurgischen Instrumenten, Rasiermessern, Werkzeugen, für Metallverarbeitung.
232 — Goldgelb	
243 — Dunkelgelb	
254 — Morgenrot	} Holzverarbeitungswerkzeugen, gewöhnlich Schneidwaren.
265 — Purpurrot	
277 — Violett	
288 — Hellblau	Säbelklingen, Uhrfedern.
316 — Dunkelblau	Holzsägen.

Um lange Gegenstände aus Stahl z. B. Uhrfedern möglichst gleichmäßig zu härten und anzulassen, bedient man sich mit Vorteil der Härtemaschinen<sup>1)</sup>, bei welchen das Stahlband unmittelbar hintereinander durch ein glühendes Eisenrohr, dann durch Kühlwasser, darauf durch Trockenkissen und endlich zum Anlassen über eine glühende Platte gezogen wird.

Sehr oft wendet man beim Stahlhärten sog. Härtepulver an. Die Zusammensetzung ist gewöhnlich so wunderbar und sinnlos, daß eine Aufzählung hier höchst ungeeignet erscheinen muß. — Dahingegen ist darauf aufmerksam zu machen, dass die Oberflächenhärtung von Stahl mit Anwendung stickstoffhaltiger Kohle (Leder, Horn, Huf, Blutkohle etc.) oder Stickstoff-Kohlenstoffverbindungen, namentlich des sog. Blutlaugensalzes besser als mit gewöhnlicher Kohle von statten geht, weshalb solche Verbindungen als Grundlage für Härtepulver etc. zu nehmen sind.

## B. Aluminium. (Aluminium, *Aluminium*.)<sup>2)</sup>

Das Aluminium besitzt eine glänzende, silberähnliche weiße Farbe, die besonders durch Behandlung mit verdünnter Flußsäure (0,2%) zum Vorschein kommt. Das Bruchansehen des gegossenen Metalles ist grobfaserig, des geschmiedeten, gewalzten, oder gezogenen feinfaserig oder körnig mit Seidenglanz. Es schmilzt langsam in der Rotglut bei 600 bis 700°, wird sehr dünnflüssig und füllt die feinsten Vertiefungen der Gußform aus. Das Aluminium zeichnet sich durch große Dehnbarkeit aus, so daß man es durch Schmieden, Walzen, Drahtziehen, Prägen etc. leicht verarbeiten kann; die dabei allmählich entstehende Härte verschwindet durch Erwärmen bis 150°, bei welcher Temperatur es sich auch am besten walzen läßt. Dahingegen verschmiert dasselbe infolge der

1) Gen. ind. 1860, S. 16. — 2) Winteler, Aluminiumindustrie. Braunschweig 1903. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1889, S. 301; 1890, S. 587; 1892, S. 1314; 1893, S. 166, 208, 596. — Dinglers Journ. 271, 129; 275, 246, 323; 281, 82; 284, 253; 290, 96; 295, 18.

Weichheit die Feile und andere schneidende Werkzeuge (Säge, Bohrer etc.). Besonders bemerkenswerte Eigenschaften des Aluminiums sind noch das geringe spez. Gewicht von 2,65, seine große Widerstandsfähigkeit gegen die Einflüsse der Luft, des Wassers, des Schwefelwasserstoffes, der Kochsalzlösung und ähnlicher Lösungen, sowie aber seine Leichtlöslichkeit in Laugen und Salzsäure, und endlich seine hohe Klangfähigkeit und die Leichtigkeit mit welcher es sich mit mehreren Metallen legiert. Da das Aluminium die guten Eigenschaften nur im reinen Zustande besitzt, so kommt es möglichst rein in den Handel und zwar mit 99,9% als erste, mit 99,33 bis 99,61% als zweite, mit 92,81 bis 97,65% als dritte Qualität.

### C. Nickel. (Nickel, *Nickel.*)<sup>1)</sup>

Dem Nickel ist eine fast silberweiße Farbe, eine sehr hohe Politurfähigkeit sowie eine außerordentliche Widerstandsfähigkeit gegen Luft, Wasser, verdünnte Säuren, Laugen usw. eigentümlich. Es schmilzt bei 1390 bis 1420°, nimmt im geschmolzenen Zustande leicht Kohlenstoff auf, der dann einen blasigen Guß verursacht. Nur im reinen Zustande besitzt das Nickel die Eigenschaft einen blasenfreien Guß zu liefern und neben der Härte des Schmiede Eisens eine sehr bedeutende Dehnbarkeit, so daß es sich zu dünnem Blech und Draht walzen und ziehen läßt, aus dem durch Prägen, Drücken, Biegen etc. zahlreiche Gebrauchsgegenstände erzeugt werden. Mit Eisen und Stahl kann dasselbe zusammengeschweißt und dadurch ein nickelplatiertes Eisen als ein vielseitig verwendbares Material gewonnen werden.

Das Nickel kommt entweder als Rohnickel (Gußnickel) mit Kohlenstoff, Silizium und verschiedenen anderen Verunreinigungen oder raffiniert, d. h. durch einen besonderen Raffinationsprozeß von allen Begleitern und Verunreinigungen befreit in den Handel.

### D. Kupfer. (Cuivre, C. rouge, *Copper.*)<sup>2)</sup>

Das Kupfer ist das einzige im großen dargestellte Metall von roter Farbe. Seine wichtigste Eigenschaft für die technische Verwendung ist die ausgezeichnete Dehnbarkeit, wodurch es befähigt wird, zu höchst dünnem Blech und Draht verarbeitet zu werden. Seine natürliche Härte ist gering, weshalb auch eine, übrigens leicht zu erzielende, hohe Politur nach kurzer Benutzung vergeht. Hämmern und Walzen in der Kälte macht das Kupfer härter und dadurch spröder; durch Ausglühen verschwindet jedoch die Sprödigkeit wieder. Beim Glühen überzieht es sich mit einer dicken Schicht Oxyd, der beim Schmieden als Kupferhammerschlag abfällt. Das Kupfer schmilzt bei etwa 1054°C. In geschmolzenem Zustande zeigt es eine grüne Farbe; in Formen gegossen dehnt es sich aus infolge einer Gasabsorption (steigt in der Form) und wird gewöhnlich porös und blasig. Es füllt auch wegen seiner Dickflüssigkeit die Formen nicht aus, weshalb es nicht zu Gußware zu verwenden ist. Vor dem Schmelzen ist es so spröde, daß es sich mit einem Hammer leicht zerschlagen läßt. Nur in reinem Zustande hat das Kupfer die ausgezeichneten Eigenschaften der Dehn-

1) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1885, S. 325; 1886, S. 1112; 1888, S. 326. — Dinglers Journ. 289, 55; 296, 84; 317, 65. — 2) C. Bischoff, Das Kupfer und seine Legierungen. Berlin 1865. — Zeitschr. für Berg-, Hütten- und Sal.-Wesen. 1874, S. 283, 1874, S. 193, 1881, S. 235, 1886, S. 413. — Dinglers Journ. 262, 278.

barkeit und damit verbundenen Festigkeit. Häufig ist es verunreinigt und dann meistens warm- oder kaltbrüchig. Reines Kupfer hat einen dichtkörnigen, durch regelmäßige, dem regulären System angehörende Kristalle ausgezeichneten Bruch, der mitunter feinzackig, bei bearbeiteten Stücken sogar faserig wird. Am häufigsten ist das Kupfer mit Kohlenstoff (zu junges Kupfer) oder mit Kupferoxydul (übergares Kupfer, *Cuivre cassant*, *Dry copper*) verunreinigt. Zu junges Kupfer leidet an großer Sprödigkeit, besonders in der Wärme (warmbrüchig), man erkennt es ziemlich sicher an der gelblich-roten, lachsähnlichen Farbe und dem zackigen, stark glänzenden Bruchansetzen. — Übergares Kupfer ist kaltbrüchig, von dichtem, mattem Gefüge und von bräunlich-roter (ziegelroter) Farbe.

Das Kupfer findet sich zum Teil in der Natur gediegen, zum größten Teil aber wird es aus Erzen gewonnen, in denen es an Schwefel gebunden (Kupferkies, Buntkupfererz, Fahlerz) oder mit Sauerstoff verbunden (Rotkupfererz), oder endlich als Salz (Kupferlasur, Malachit) vorhanden ist. Es wird ausgeschieden durch die komplizierte Reduktion mit Schmelzung, zunächst als Rohkupfer, welches noch beträchtliche Mengen Eisen, Schwefel etc. enthält. Von diesen Verunreinigungen wird es durch das Garmachen befreit, welches in dem Garherde (Rosetierherde) geschieht. Durch Oxydation und Schlackenbildung trennt man diese Beimischungen und gewinnt das Garkupfer. Indem man die Oberfläche des geschmolzenen Garkupfers mit kaltem Wasser besprengt und die dadurch erstarrte Kruste abreißt (Scheibenreißen, Spleißen), bekommt man unregelmäßige runde Scheiben (Rosetten) von 0,3 bis 0,6 m im Durchmesser, welche als Rosettenkupfer (*Cuivre rosette*, *Rose copper*) schon Handelsware bilden. Dieses Kupfer ist gewöhnlich oxydulhaltig (übergar). Durch nochmaliges vorsichtiges Einschmelzen unter Kohle wird es hammergear. Das hammergeare Kupfer wird in der Regel in eisernen Formen zu Barren gegossen und kommt so als Barren- oder Plattenkupfer in den Handel. Durch Wiederholung dieses Prozesses (Raffinieren) entsteht das feinste Kupfer (raffiniertes Kupfer, *Best selected copper*). — Ausgezeichnet reines Kupfer wird neuerdings mit Hilfe des elektrolytischen Ausbringens erhalten.

### E. Zink. (*Zinc*, *Zinc*, *Spelter*.)

Das Zink hat eine grauweiße, ins Bläuliche gehende Farbe, auf dem Bruche eine deutlich ausgebildete, kristallinische Textur mit starkem Glanz wie aus einzelnen glänzenden Blättern zusammengesetzt, und läßt sich gut polieren. Es schmilzt bei etwa  $412^{\circ}$  C, ist dünnflüssig, füllt in Formen gegossen diese auf das Vollständigste aus und liefert sehr feine Abgüsse, weil es sich im Augenblicke des Erstarrens ausdehnt. Das Zink gehört zu den spröden Metallen und läßt sich durch Hammerschläge leicht zertrümmern; es ist weicher als Kupfer, so daß es die Feile verschmiert und die Politur bald verliert. Während bei einer Erwärmung von  $200^{\circ}$  C das Zink so spröde ist, daß es sich im Mörser pulvern läßt, nimmt es bei  $100$ — $150^{\circ}$  einen solchen Grad von Dehnbarkeit an, daß man es zu dünnem Blech auswalzen und zu Draht ausziehen kann. Dabei wird das blätterige Gefüge durch langsamen Druck zerstört und in ein feinkörniges verwandelt. Diese Dehnbarkeit wird aber durch Verunreinigung, namentlich mit Eisen, sehr vermindert.

In der Weißglühhitze verflüchtigt sich das Zink und läßt sich daher destillieren. Diese Eigenschaft wird bei der Darstellung und Reinigung desselben benutzt.

An der Luft und im Wasser überzieht sich das Zink schnell mit einer Oxydschicht, die allerdings die unter derselben liegenden Teile lange gegen weitere Zerstörung schützt und dadurch eine lange Dauer des Zinks (bei Dachdeckungen z. B.) veranlasst. In Säuren löst sich Zink mit großer Leichtigkeit zu giftigen Salzen auf.

Das Zink kommt nicht gediegen in der Natur vor, sondern wird aus den Zinkerzen gewonnen. Diese sind entweder Schwefelverbindungen (Zinkblende) oder Sauerstoffverbindungen (das Rotzinkerz, Zinkoxyd mit Mangan und Eisenoxyd rot gefärbt) der Galmei (kohlen-saures Zinkoxyd) und der Kieselgalmei oder das Kieselzinkerz.

Der Gewinnungsprozeß zerfällt in zwei Teile, in die Röstung (zur Erzeugung von Zinkoxyd) und in die Reduktion (durch Kohle) mit Destillation in Retorten, Muffeln oder Röhren (belgische und schlesische Methode) oder in Tiegeln (englische Methode), welche das rohe Zink (Werkzink, Tropfzink) liefert, das zur Entfernung mechanisch beigemengter Verunreinigungen in Tiegeln oder gußeisernen Kesseln umgeschmolzen, in Stäben oder Platten gegossen, das Rohzink, Kaufzink liefert. Ein nochmaliges Umschmelzen bei gelinder Hitze veredelt das Zink (raffiniertes Zink).

## F. Zinn. (Etain, *Tin*.)

Das Zinn zeichnet sich aus durch eine silberweiße Farbe, große Weichheit, so daß es sich zu dünnen Platten (Zinnfolie) auswalzen und schlagen läßt und die Feile leicht verschmiert, eine hohe Politurfähigkeit (Spiegelbeleg) und grosse Beständigkeit an der Luft, sowie Unauflöslichkeit in schwachen Säuren. Bei einer Temperatur von etwa  $100^{\circ}$  ist die Geschmeidigkeit am größten; weiter erwärmt (auf etwa  $200^{\circ}$ ) ist das Zinn mürbe, so daß es sich durch Hammerschläge oder Fallenlassen auf einen Stein zertrümmern läßt, wobei sich in der Regel Körner bilden. Der Bruch des Zinns ist nicht kristallinisch ausgebildet, obwohl dieses Metall selbst im regulären System kristallisiert, sondern uneben, wie geflossen. Es schmilzt bei  $235^{\circ}$  C und überzieht sich dabei schnell mit einer grauen Oxydschicht (Zinnkrätze), die bei längerem Erhitzen weiß wird und die sogenannte Zinnasche bildet. Geschmolzen ist das Zinn etwas dickflüssig und füllt die Formen nicht so gut aus, als wenn es mit Blei legiert wird. — Die Weichheit, Farbe und der Glanz des Zinns hängen wesentlich von seiner Reinheit ab, die sich durch ein eigentümliches Geräusch (Zinnschrei) zu erkennen gibt, welches beim Hin- und Herbiegen einer Zinnstange entsteht. Kupfer (1%) vermindert die Weichheit und beeinträchtigt die Farbe; Eisen, Blei, Arsenik machen ebenfalls die Farbe unansehnlich. — Das Zinn wird hüttenmännisch aus dem sogenannten Zinnstein oder Zinnerz (Zinnoxid mit 78,6% Zinn) gewonnen, indem das Erz erst durch mechanische Aufbereitung (Wascharbeit) vom tauben Gestein getrennt und durch Röstung in Schwefel und Arsenmetalle zersetzt wird. Aus dem so vorbereiteten Erz (Zinnschliege) wird in Flamm- oder Schachtöfen durch Reduktion mit Kohle und Schmelzung das Zinn (Werkzinn, Steinzinn) abgeschieden. Das Werkzinn wird entweder durch Schäumen (Schmelzen und Eintauchen grüner Holzstangen in die geschmolzene Zinnmasse) oder durch Pauschen (Schmelzen und Ausgießen auf eine schräge, mit glühenden Kohlen bedeckte Platte) raffiniert. Das raffinierte Zinn gelangt in Blöcken (Blockzinn), Stangen (Stängeln) oder in zusammengerollten Platten (Rollenzinn) oder als Körnerzinn in den Handel. Das Zinn von der Insel Banca und der Halbinsel Malaca wird als das reinste geschätzt.

### G. Blei. (Plomb, *Lead.*)

Das Blei besitzt eine lichtgraue (bleigraue) Farbe, eine große Weichheit, so daß es die Feilen sofort verschmiert und auf Papier einen deutlich blaugrauen Strich macht. Es läßt sich mit einem Messer leicht schneiden; der frische Schnitt ist sehr glänzend, wird aber, der Luft ausgesetzt, bald matt, weil das Blei sich äußerst schnell oxydiert. Es läßt sich leicht zu dünnen Platten (Bleipapier) auswalzen und zu Draht ziehen und pressen. Der Bruch zeigt ein gleichartiges, gleichsam geschmolzenes Ansehen. Bis fast zum Schmelzen erhitzt läßt es sich wie Zinn durch Hammerschläge oder Herunterwerfen auf einen harten Gegenstand leicht zertrümmern, wobei ein kristallinisch faseriges Gefüge zum Vorschein kommt. Bei 326° schmilzt es und überzieht sich dann bei Luftzutritt sehr schnell mit einer Oxydschicht, welche anfangs grau (Krätze, *Cendre de plomb*, *Lead-ashes*), darauf gelb (Glätte) und endlich rot (*Mennige*) wird. Es füllt, in Formen gegossen, diese gut aus. Eine bemerkenswerte Eigenschaft des Bleies ist sein großes spez. Gewicht 11,445 und die Giftigkeit seiner Salze.

Das Blei findet sich in der Natur höchst selten gediegen, sondern fast immer entweder geschwefelt (Bleiglanz) oder oxydiert als verschiedene Salze. Der Bleiglanz und das kohlen saure Bleioxyd (Weißbleierz) bilden die Hauptmaterialien zur Bleigewinnung. Bei der Verhüttung des Weißbleierz genügt eine einfache Reduktion durch Kohle zur Ausscheidung des Bleies, wenn nicht die gleichzeitige Gewinnung des dieses Erz begleitenden Silbers und Goldes den Prozeß komplizierter macht. — Der Bleiglanz wird auf zweierlei Weise verhüttet, entweder durch Röstarbeit oder durch Niederschlagsarbeit. Im ersteren Fall wird das durch Handscheidung abgesonderte, gepochte und durch Schlämmen von der Gebirgsart möglichst befreite Erz durch Rösten in Haufen, Stadeln oder Öfen größtenteils entschwefelt und dann das beim Rösten gebildete Bleioxyd durch Kohle in Schachtofen (Krummöfen) oder Flammöfen, reduziert. Bei der Niederschlagsarbeit wird das Erz mit granuliertem Roheisen (Eisengranalien) in Schachtofen zusammengeschmolzen, wobei das Eisen sich mit dem Schwefel verbindet. — Die ersten Produkte der Bleiverhüttung sind das Werkblei und Kaufblei (Plomb d'oeuvre, *Raw lead*, *Workable lead*). Letzteres ist Handelsware, das erstere wird wegen des Silbergehaltes noch auf Silber weiter verarbeitet und liefert das Frischblei (Weichblei, Plomb raffiné, *P. doux*, *Refined lead*). Kaufblei und Frischblei kommen in Mulden (Blöcken) gegossen auf den Markt.

### H. Gold. (Or, *Gold.*)

Das Gold ist ausgezeichnet durch seine hochgelbe, feurige Farbe, durch die hohe Politurfähigkeit und eine von keinem andern Metalle erreichte Dehnbarkeit, so daß sich Blätter (Blattgold, Goldschaum) von  $\frac{1}{90000}$  Millimeter Dicke daraus schlagen und die feinsten Drähte daraus ziehen lassen. Es ist ferner sehr weich und nächst Platin und dessen Begleitern Osmium und Iridium der schwerste Körper, indem sein spezifisches Gewicht etwa 19,3 ist. Es gehört zu den sogen. edlen Metallen, d. h. zu den Metallen, welche an der Luft, in Feuchtigkeit usw. vollständig unveränderlich sind. Es schmilzt bei 1037° und hat dann eine bläulich grüne Farbe. Beim Erstarren zieht es sich zusammen und eignet sich demnach nicht zu Gußsachen. Das Gold verbindet sich nicht direkt mit Sauerstoff und wird weder von Säuren noch Alkalien an-

gegriffen, jedoch von chlorentwickelten Flüssigkeiten (Königswasser) leicht in Goldchlorid verwandelt. — Das Gold findet sich in der Natur nur regulinisch (Gediegen-Gold, Or nativ, *Native gold*) und wird daher auch nur durch mechanische Prozesse gewonnen, entweder durch Pochen und Schlämmen der Gangart (Waschgold, Or de lavage, *Wash gold*) oder durch Extraktion mit Quecksilber (Amalgamierung) und Entfernung des letzteren durch Glühen.

## I. Silber. (Argent, *Silver*.)

Das Silber zeichnet sich aus durch eine schöne, rein-weiße Farbe, durch Annahme einer hohen Politur und eine sehr große Dehnbarkeit, so daß sich daraus mit Leichtigkeit Blech walzen und schlagen (Blattsilber bis  $\frac{1}{4500}$  mm Dicke) und Draht ziehen läßt. Es ist weicher als Kupfer und hat ein spez. Gewicht von durchschnittlich 10,5. Das Silber gehört zu den edlen Metallen und läuft an der Luft nur braun oder schwarz an bei Gegenwart von schwefelhaltigen Ausdünstungen, die Schwefelsilber erzeugen. Es schmilzt bei etwa 950° C; dabei oxydiert es sich nicht, sondern verschluckt Sauerstoff, der beim Erstarren unter knisterndem Geräusch und Auswerfen von Silberteilen wieder entweicht (Spritzen, Spratzen), so daß das Silber in Formen gegossen keine guten Abgüsse liefert. Bemerkenswert ist noch die Eigenschaft des Silbers, von schwachen Säuren nicht angegriffen zu werden; in Salpetersäure löst es sich aber leicht auf.

Das Silber findet sich in der Natur hauptsächlich gediegen als Gediegen-Silber (Argent natif, *Native silver*) und in Verbindung mit Schwefel, Quecksilber und Chlor. Zur Gewinnung desselben werden außer dem Gediegen-Silber noch hauptsächlich verwendet Silberglanz, (Glaserz) Sprödglaserz, (Schwarzgültigerz) Rotgültigerz, Weißgültigerz, Amalgam, Antimonsilber und Silberhornerz (Chlorsilber) und die silberhaltigen Blei-, Arsen- und Kupfererze. —

Die Extraktion des Silbers geschieht entweder dadurch, daß man die aufbereiteten Erze mit Blei zusammenschmilzt, wobei Schwefelblei und eine Bleisilberlegierung (Werkblei) entsteht, oder indem man eine Legierung mit Quecksilber (Amalgam) bildet. Durch Oxydation des Bleies auf dem Herde eines Flammofens (Treibherd) durch das sogen. Abtreiben (Treiarbeit) wird das Silber abgeschieden (Blicksilber) und bei dem Amalgamationsprozesse das Quecksilber durch Glühen von Silber abdestilliert. Durch eine wiederholte Treiarbeit in porösen Gefäßen (Testen), in deren Wand das Bleioxyd mit anderen leichtflüssigen Bleilegierungen sich hineinzieht (Feinbrennen) wird dann das Silber in reines Silber (Feinsilber, Brandsilber, Argent, fin, *Fine silver*) verwandelt.

## K. Platin. (Platine, *Platinum*.)

Das Platin ist insofern mit zu den technisch wichtigen Metallen zu rechnen, als es Eigenschaften besitzt, welche es für gewisse Verwendungen unentbehrlich machen. Es gehört zu den edlen Metallen und ist ebenso unveränderlich gegen Luft, Feuchtigkeit, Säuren, Alkalien etc. als Gold, dagegen härter als dieses und von größerer Festigkeit. Es ist so streng-flüssig, daß es nur in besonderen Feuerungsanlagen in kleinen Mengen geschmolzen werden kann, indem der Schmelzpunkt bei etwa 1770° C liegt. In der Weißglühhitze ist es schweisbar. Die Dehnbarkeit des Platins ist sehr bedeutend (wie Silber), so daß man sehr dünnes Blech und feinen Draht daraus herstellen kann. Es hat von allen Metallen das höchste spezifische Gewicht, nämlich etwa 21,5. —

Das Platin wird aus dem Platinerz (rohes Platin, Platinsand) dadurch gewonnen, daß man diese Erze mit Königswasser auszieht, diese Auflösung mit Salmiak versetzt und das so gebildete Platinsalmiak glüht, wodurch regulinisches Platin (Platinschwamm, Platinmohr) entsteht, und diesen Schwamm in der Weißglühhitze zusammenschweißt.

## II. Legierungen. (Alliage, Alloy.)<sup>1)</sup>

Es gibt in der Praxis der Metallverarbeitung eine Menge Fälle, wo das verwendete Metall bestimmte Eigenschaften besitzen muß oder besitzen soll, um den Ansprüchen zu genügen, die entweder der Arbeiter oder derjenige, der den fertigen Gegenstand in Gebrauch nimmt, daran stellt.

Die in den Gewerben verwendeten einfachen Metalle genügen sehr oft diesen Bedingungen nicht. So ist das Kupfer bei allen seinen sonstigen ausgezeichneten Eigenschaften für die Gießerei vollständig unbrauchbar, weil es die Form schlecht ausfüllt und einen löcherigen Guß liefert. Das Zink läßt sich zwar sehr gut gießen, ist aber gegossen so spröde und leicht zerbrechlich, daß man es nicht verwenden kann, wenn es auf Festigkeit ankommt.

Die feurig gelbe Farbe des Goldes, die schöne weiße Farbe des Silbers, und die Eigenschaft beider Metalle, sich nicht zu oxydieren, machen sie zu dem gesuchtesten Material für Schmuck und andere Luxusgegenstände; ihr hoher Preis macht sie dahingegen Wenigen zugänglich.

In solchen Fällen, wo nun einzelne einfache Metalle die gewünschten Eigenschaften nicht besitzen, hat man schon von altersher Mischungen aus verschiedenen Metallen hergestellt und die Zusammensetzung so gewählt, daß eine bestimmte Beschaffenheit in bezug auf Härte, Festigkeit, Polierfähigkeit, Haltbarkeit, Gußfähigkeit, Farbe, Klangfähigkeit usw. diese Mischungen auszeichnete. Dabei ist es allerdings bis heute noch nicht gelungen, Mischungen hervorzu- bringen, worin sich die Eigenschaften finden, die manches Metall allein besitzt. So gibt es keine Legierung von der roten Farbe des Kupfers, keine von dem spez. Gewicht und der feurigen Farbe des Goldes.

Diejenigen Mischungen, welche durch Zusammenschmelzen zweier oder mehrerer Metalle nach ausprobierten Verhältnissen entstehen oder auch nur Verbindungen mit Nichtmetallen (Phosphor, Silizium, Kohlenstoff etc.) bilden, nennt man Legierungen und, wenn Quecksilber mit angewendet wird, Amalgame. Man kann sie als isomorphe Mischungen<sup>2)</sup> ansehen, deren Zusammensetzung ohne Änderung der Form wechselt, und die entweder für sich vorhanden oder in dem Überschuß des einen oder andern Metalles aufgelöst sind.

Die letztere Annahme erklärt manche Erscheinungen, die bei der Darstellung der Legierungen vorkommen. So verliert eine Legierung z. B. bei

1) Krupp, Legierungen. 2. Aufl. Wien 1894. — Ledebur, Legierungen. 2. Aufl. Berlin 1898. — Knab, Traité des alliages. Paris 1892. — Beckert und Brand, Hüttenkunde, S. 704, Stuttgart 1895. — Stahl und Eisen 1899, S. 967. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1885, S. 329; 1892, S. 600. — Dinglers Journ. 129, 438; 184, 241; 213, 150; 250, 30; 255, 73; 227, 415; 246, 297; 282, 72; 298, 72; 304, 261; 305, 288; 313, 99. — 2) Poggendorf, Annalen für Phys. u. Chem. Bd. 120, S. 54.

langsamer Abkühlung sehr oft ihre vollständig gleichartige Beschaffenheit: Dies kommt davon her, daß eine Mischung nach stöchiometrischen (chemischen) Verhältnissen sich aus der ganzen Masse mehr oder weniger ausscheidet (saigern), entweder, indem sie früher erstarrt als diese, oder länger flüssig bleibt. Das ungleiche spez. Gewicht an verschiedenen Stellen erklärt sich ebenfalls daraus.

Die Legierungen bilden aus oben angegebenen Gründen für die Metallarbeiter ein ebenso wichtiges Material, als die Metalle selbst. Es scheint deshalb nicht unzweckmäßig, an dieser Stelle in geordneter Weise das zusammenzustellen, was von Wichtigkeit ist in bezug auf die allgemeinen Eigenschaften derselben überhaupt als auch die Eigenschaften der gebräuchlichen Legierungen insbesondere, sowie die Methoden ihrer Darstellung und ihre Zusammensetzung anzugeben.

Was die Eigenschaften der Legierungen im allgemeinen anbetrifft, so kann natürlich nur von denjenigen hier die Rede sein, welche sich auf die Bearbeitung und die äußere Erscheinung (das Ansehen) derselben beziehen. Somit kommt in Betracht: die Schmelzbarkeit, Gußfähigkeit, Geschmeidigkeit, Farbe, Glanzfähigkeit und das spezifische Gewicht. Diese Eigenschaften sind größtenteils von denjenigen sehr abweichend, welche die einzelnen Metalle besitzen, die in die Mischung gegangen sind, und dann auch besonders wieder bei gleichen Metallen von den Mischungsverhältnissen abhängig.

Der Schmelzpunkt der Legierungen liegt nicht, wie man vermuten sollte, bei dem arithmetischen Mittel derjenigen der einzelnen Bestandteile, sondern in der Regel niedriger. Eine Legierung von 2 T. Wismut, 1 T. Blei und 1 T. Zinn schmilzt bei  $94^{\circ}$ , während das Mittel der Schmelztemperaturen  $286^{\circ}$  beträgt. Messing aus 3 T. Kupfer und 1 T. Zink schmilzt bei  $912^{\circ}$ , obwohl das arithmetische Mittel  $915^{\circ}$  ist. Die Vorherbestimmung des Schmelzpunktes ist übrigens unmöglich, weil ein für alle Fälle ausreichendes Gesetz nicht bekannt ist.

Die Gußfähigkeit eines Metalles ist die Eigenschaft desselben, die Gußform gut auszufüllen und feine, möglichst vollkommen ausgebildete Abgüsse zu liefern. Diese Eigenschaft hängt zusammen mit der Dünflüssigkeit, den Erstarrungsverhältnissen und dem Schwindmaße. Die Legierungen liefern gewöhnlich hierin günstigere Resultate als die Einzelmetalle. Manche zu Güssen unbrauchbare Metalle erlangen oft durch einen geringen Zusatz eines anderen Metalles eine ausgezeichnete Gußfähigkeit. Das zur Gießerei untaugliche Kupfer wird schon durch einen Zusatz von 1% Zink oder Zinn gußfähig, und wie fein sich Mischungen von Kupfer mit mehr Zinn (die Bronze) ausgießen, ist bekannt genug. Letternmetall, welches größtenteils aus Blei mit Antimon besteht, ist ein anderes Beispiel ausgezeichneter Gußfähigkeit.

Die Härte<sup>1)</sup> vieler Legierungen ist in der Regel größer als diejenige des weichsten Metalles, das darin enthalten ist. Bei der, aus Kupfer und Zinn bestehenden Legierung „Bronze“ ist die Härte z. B. 32, während die Härte des Zinns nur 1,7 ist, Messing hat die Härte 30,8 und das darin enthaltene Zink 11,5.

Die Streckbarkeit, das ist diejenige Eigenschaft eines Metalles, sich zu Blech walzen oder schlagen oder zu Draht ziehen zu lassen, ist bei einer Legierung immer geringer als die des darin vorhandenen streckbarsten Metalles. Ein sehr streck- oder dehnbares Metall verliert daher durch Legieren mit einem spröden Metalle an Streckbarkeit. Beim Messing ist z. B. die Streckbarkeit

1) Dinglers Journal 152, 130.

geringer, als beim darin enthaltenen Kupfer und noch auffallender ist dies bei der Bronze der Fall, die fast gar nicht streckbar ist.

Die Fähigkeit, eine gute Politur anzunehmen, ist in der Regel bei Legierungen wegen ihrer Härte, und wenn die Masse gleichartig ist, ziemlich bedeutend. Mitunter sogar setzt man Legierungen zu dem Zwecke besonders zusammen, z. B. bei Anfertigung der Metallspiegel für physikalische Instrumente, wobei ein sehr hoher Glanz erzeugt werden muß.

Die Farbe der Legierungen hängt zunächst ab von der Farbe der in denselben vorhandenen Metalle. Mit Ausnahme des Kupfers und des Goldes, besitzen die anderen Metalle eine mehr oder weniger graue Farbe, die zwischen dem weißen Silber und dem grauschwarzen Gußeisen liegt. Diese Metalle, unter sich gemischt, behalten die graue Farbe bei. Ein Zusatz von Kupfer ändert aber ihre Farbe sehr bedeutend ab; sie wechselt von Grau bis Rot durch alle Töne des Gelb. Ebenso wird die feurige gelbe Farbe des Goldes durch jede Beimischung blasser.

Das spezifische Gewicht der Legierungen liegt teils unter, teils über dem arithmetischen Mittel und nimmt im allgemeinen zu und ab mit der Zu- und Abnahme desselben bei den einzelnen Metallen. Es hängt aber sehr wesentlich mit den Mischungsverhältnissen zusammen, und zwar so, daß man es mitunter zur Bestimmung der Zusammensetzung benutzt. So ist z. B. das spez. Gewicht einer Legierung von 1 T. Blei und 3 T. Zinn = 7,944; von 2 T. Blei und 3 T. Zinn = 8,497; von 3 T. Blei und 3 T. Zinn = 8,864; von 5 T. Blei und 2 T. Zinn = 9,77 usw.

Bei der Herstellung der Legierungen muß mit Umsicht verfahren werden, wenn die Mischung gut gelingen und eine durch und durch gleiche Beschaffenheit erzielt werden soll. Diese Umsicht bezieht sich zunächst auf die Wahl des Materials, ob dieses rein oder unrein, und in welchem Grade mit fremden Substanzen versehen ist. Bei der Darstellung von Messing z. B. liebt man es, altes Messing zuzusetzen. Aus der Farbe desselben kann man wohl ziemlich annähernd die Zusammensetzung erkennen und danach die Verwendbarkeit beurteilen; allein da man z. B. vor dem Einschmelzen die an demselben gewöhnlich vorhandenen Lötstellen nicht entfernt und demnach Zinn und Blei in Mischung bringt, wenn mit Schnelllot gelötet gewesen ist, so bekommt die Legierung ganz andere Eigenschaften. Man sollte sich daher zur Regel machen, wenigstens immer dann reine Materialien zu nehmen, wenn die Verarbeitung der Legierung dadurch erleichtert wird. So unwesentlich es z. B. für ein Plättchen aus Messing ist, ob das dazu genommene Material etwas Zinn oder Blei enthält, so wesentlich ist die Abwesenheit dieser Metalle für das Messing, welches zu Blech oder Draht bestimmt ist. Bei Anwendung solcher alten Legierungen soll man womöglich immer eine gewisse Menge reine Metalle zusetzen, um den Fehler, der durch nicht hingehörige Metalle entsteht, weniger groß zu machen. Bei den wertvollen Metallen, Gold und Silber, bestimmt man sogar durch „Proben“ erst genau den sogenannten Feingehalt und danach die Zusätze.

Ferner muss bei der Darstellung der Legierung auf die Reihenfolge gesehen werden, in welcher man die Metalle zusetzt und besonders auf die Hitze Obacht gegeben werden, bei welcher die Schmelzung vor sich geht. Es wäre in bezug auf den ersten Punkt entschieden zu verwerfen, wenn man zuerst etwa die flüchtigen oder verbrennenden Metalle (Zink, Antimon etc.) oder solche, die sich leicht oxydieren und in Krätze verwandeln (Blei etc.) in die Schmelzgefäße brächte und einschmölze und dann die anderen Zusätze machte, es sei denn, daß die Schmelztemperatur der Legierung sehr gering ist, oder die Mischung

doch lange Zeit flüssig erhalten wird, wie unter anderem bei der Zingießerei. — Gewöhnlich und am zweckmäßigsten zerschlägt man das Rohmaterial in Stücke von passender Größe und setzt alle Materialien gleichzeitig auf einmal oder in Chargen ein, weil sonst leicht Aufkochungen eintreten, die die Masse aus den Schmelzgefäßen schleudern. Mitunter verfährt man auch anders, wie bei den einzelnen Legierungen angegeben werden soll, und gebraucht auch wohl besondere Kunstgriffe, um eine große Gleichförmigkeit zu erzielen.

Was die Hitze zum Schmelzen anbetrifft, so soll dieselbe im allgemeinen nicht höher getrieben werden, als zum Schmelzen erforderlich ist. Durch eine zu hohe Schmelzhitze wird nicht allein ein großer Brennmaterialaufwand zur unnützen Notwendigkeit, sondern auch häufig die Gefahr der Zersetzung, d. h. eine Entmischung entweder durch Verflüchtigung und Verbrennen oder durch später eintretende Ausscheidung einzelner Metalle herbeigeführt. Es scheint auch sehr wahrscheinlich, daß manche Eigenschaften der Legierungen von zu großer Schmelzhitze zu ihrem Nachteil beeinflußt werden. Bekanntlich hängt z. B. die Geschmeidigkeit des Zinks wesentlich mit ab von der Temperatur, bei der es geschmolzen wird, indem eine zu große Schmelzhitze das Zink spröder macht; ähnlich wirkt eine hohe Hitze auf manche Legierungen.

Beim Zusammenschmelzen der Metalle ist es überdies notwendig, soviel als möglich die atmosphärische Luft mit ihrem oxydierenden Sauerstoff abzuhalten, um die Bildung von Oxyd (Krätze, Schaum, Asche) zu vermeiden, weil dadurch, außer einem Verlust an Metall, auch eine andere Zusammensetzung der Legierung entsteht. Wenn sich dieser Luft-Zutritt nicht vermeiden läßt, so hat man bei dem Abwägen der Materialien darauf insofern Rücksicht zu nehmen, als man von denjenigen Materialien, die sich sehr leicht oxydieren (Zink, Blei etc.) etwas mehr zusetzt. In vielen Fällen benutzt man selbst die reduzierende Eigenschaft, z. B. der Holzflammen, um die Oxydation ganz zu umgehen, oder bedeckt zu gleichem Zweck die schmelzenden Metalle mit Kohlenpulver.

Das Zusammenschmelzen der Metalle zu Legierungen wird in Schmelzöfen, selten, weil unzweckmäßig, in eisernen Löffeln, vorgenommen. Erstere sind je nach dem Schmelzpunkt der Legierung, nach der auf einmal einzuschmelzenden Menge, nach der Art der Weiterverarbeitung, nach dem Brennmaterial und manchen anderen Verhältnissen sehr verschieden und werden später bei den Gießerei-Utensilien behandelt werden.

Außer einigen beim Stahl bereits genannten Legierungen<sup>1)</sup> (Wolframstahl, Nickelstahl etc.) werden Legierungen des Eisens selten erzeugt (Deltametall), während die anderen technisch-wichtigen Metalle unter sich in unzähligen Mischungen zur Anwendung gelangen. Wir müssen uns auf die wichtigsten und gebräuchlichsten derselben beschränken.

## A. Kupferlegierungen<sup>2)</sup>.

Das Kupfer hat die Eigenschaft sich mit einer Reihe von Metallen in den verschiedensten Verhältnissen durch Zusammenschmelzen auf das Innigste zu mischen und bildet daher die Grundlage einer großen Anzahl von Legie-

1) Dinglers Journ. 114, 203; 250, 30, 47, 330. — 2) Bischof, Das Kupfer und seine Legierungen. Berlin 1865. — Percy-Wedding, Metallurgie, unter Kupfer. — Muspratt-Stohmann, unter Kupfer. — Krupp, Legierungen. 2. Aufl. Wien 1894. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1890, S. 214. — Dinglers Journ. 276, 477; 278, 430; 282.

rungen, welche mit ebenso verschiedenen Eigenschaften ausgestattet sind und Kupferlegierungen genannt werden, wenn das Kupfer in dem Mengenverhältnisse überwiegt. Trotz der zahlreichen Benennungen, welche man den einzelnen Kupferlegierungen gegeben hat, lassen sich letztere doch in zwei große Klassen teilen. Ist in den Kupferlegierungen neben dem Kupfer das Zink vorherrschend, so heißen sie allgemein Gelbkupfer oder Messing; die anderen Legierungen führen gemeinlich den Namen Bronze mit Sonderbenennung nach dem in demselben neben dem Kupfer vorkommenden wichtigsten Metall, daher der Name Zinnbronze, Aluminiumbronze, Manganbronze etc. mit Unterabteilungen nach ihrem Gebrauchszwecke (Glocken-, Geschütz- etc. Bronze oder auch nach ihrer Erzeugung wie Phosphorbronze u. dgl.

### 1. Legierungen aus Kupfer und Zink<sup>1)</sup>.

Kupfer und Zink lassen sich unter allen Verhältnissen zu homogenen Mischungen zusammenschmelzen. Diese Mischungen haben sehr verschiedene Eigenschaften, die gebräuchlichen aber eine mehr oder weniger gelbe Farbe, so dass man sie sämtlich mit dem Namen Gelbkupfer (*Cuivre jaune*) bezeichnen kann. — Ein geringer Zinkzusatz zum Kupfer verändert schon dessen Farbe, indem diese einen Stich ins Gelbe bekommt; bis zu etwa 14% Zink in der Masse bleibt diese rotgelbe Farbe, die bis 20% bräunlichgelb, von da bis etwa 30% hellgelb wird. Über 30% hinaus nuanciert die Farbe wieder gelbrot, dann bei 48% etwa goldgelb, darauf nimmt die gelbe Farbe einen weißlichen Ton an (68% Zink), der bei 70% grau wird. Die bei 75% Zink entstehende hellbleigraue Farbe geht nun nach und nach in die bläulichweiße des Zinks über. Die Legierung von rot-(braun)-gelber Farbe führt den Namen Tombak oder rotes Messing (Rotguß, Tombac, *Red brass*); sie besteht aus 98 bis 81% Kupfer und 2—19% Zink, wovon aber die Mischungen zwischen 12 und 19% am häufigsten Anwendung finden. Wegen des großen Kupfergehaltes ist Tombak die dehnbare Legierung, weshalb es sich zu sehr dünnem Blech (unechtes Blattgold) ausschlagen und zu Draht ausziehen lässt. Wegen der rötlichen Farbe eignet es sich vorzüglich zu Gegenständen, die vergoldet werden sollen. Es kommt unter sehr verschiedenen Namen vor (*Pinchbeak*, *Pinschbeck*, *Semilor*, *Mannheimer Gold*, *Prinzmetall*, *Cuivre poli*). — Diese Legierung ist häufig mit Kupfer und Blei, selten absichtlich, gewöhnlich durch Verwendung alten Kupfers oder Messings (mit Lötstellen oder Verzinnung) verunreinigt. Diese Verunreinigungen tun der Dehnbarkeit Eintrag.

Ist die Legierung hellgelb, so heißt sie Messing (Gelbguß, *Laiton*, *Cuivre jaune*, *Brass*, *Yellow brass*); sie enthält dann zwischen 24—36% Zink, aber durchschnittlich 30% Zink. Das Messing läßt sich noch sehr gut zu dünnem Blech walzen und schlagen (Rauschgold, Knittergold  $\frac{1}{90}$ — $\frac{1}{65}$  mm dick und zu Draht ziehen. Seine Härte ist größer als die des Kupfers und des Tombaks, mit der Zeit aber wird es brüchig. Die Legierung mit 35—40% Zink läßt sich in der Glühhitze schmieden (schmiedbares Messing, *Neumessing*, *Eichmetall*, *Sterrometall*, *Muntzmetall*, *Laiton malléable*, *Muntz's metal*, *Yellow metal*). Man macht davon namentlich zu Schiffsbeschlägen statt des Kupfers Anwendung. Das Gelbkupfer läßt sich leicht schmelzen (bei etwa 920°) und liefert gute Gußstücke, weil es die Form gut füllt. Häufig setzt man absichtlich etwas Zinn oder Blei zu; letzteres etwa

1) Dinglers Journ. 313, 99.

$1/2\%$  zugesetzt, macht das Messing geeigneter zur Verarbeitung auf der Drehbank, ersteres vermehrt noch die Härte. Hierher gehört die unter dem Namen *Delta metall*<sup>1)</sup> wegen ihrer Schmiedbarkeit, Gießbarkeit und Festigkeit außerordentlich, namentlich für elektrotechnische Zwecke, viel verwendete Legierung aus 54 bis 56 Kupfer, 40 bis 42 Zink, 0,7 bis 1,8 Blei, 0,8 bis 1,3 Eisen, 0,9 bis 1,4 Mangan und 0,01 bis 0,02 Phosphor. Zur Herstellung derselben wird das Eisen zunächst in geschmolzenem stark erhitztem Zink aufgelöst und dann als Eisenzink der geschmolzenen Masse zugefügt. — Durch einen Zusatz von Aluminium wird die Festigkeit der Kupferzinklegierung wesentlich erhöht; daher zeichnet sich die Legierung *Duranametall*<sup>2)</sup> aus 64,78 Kupfer, 29,50 Zink, 1,7 Aluminium, 1,1 Zinn und 1,12 Antimon durch Festigkeit und Härte aus. — Die Darstellung des Messings geschah früher durch Zusammenschmelzen von Kupfer mit Zinkerz (Galmei, Blende) und Kohlenzuschlag. Die höchst ungleiche, von der Reinheit und Zusammensetzung der Zinkerze abhängende Beschaffenheit dieses Stückmessings (Rohmessing) hat zur Folge, daß jetzt fast nur noch Messing durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Zink in Tiegel erhalten wird. Das geschmolzene Gut wird dann in Tafeln (Tafelmessing) oder in quadratische Stücke (Stückenmessing, Beckenmessing) gegossen, um weiter zu Blech und Draht verarbeitet zu werden. Das zum Guß bestimmte Messing wird dahingegen direkt aus Kupfer, Zink und altem Messing zusammengeschmolzen. Oft bedient man sich auch der Flammöfen zum Einschmelzen des Messings, namentlich in den Messingblech- und Draht-Fabriken.

## 2. Legierungen des Kupfers mit Zinn<sup>3)</sup>.

Diejenige Gruppe von Legierungen, welche den Hauptverhältnissen nach aus Kupfer und Zinn bestehen, heißt *Bronze* (echte Bronze, Erz, Metall. Bronze, *Bronce*, *Hard brass*). Es ist demnach eine fehlerhafte Bezeichnung, wenn man Messinggegenstände mit dem Namen Bronze belegt, wie das häufig vorkommt, z. B. bei geprägten, gestanzten oder gepreßten Gardinenhaltern und ähnlichen Verzierungen.

Die echte Bronze ist die älteste Kupferlegierung, denn in der Blütezeit der Griechen und Römer wurde außer Zinn kein Zusatz gemacht; ebenso findet man in den Bronzen der Pfahlbauten kein Zink.

Kupfer und Zinn lassen sich zwar ebenfalls in allen möglichen Verhältnissen zusammenschmelzen; — nach dem Gehalte des einen Metalles sind aber die Eigenschaften dieser Legierung sehr verschieden.

Ein kleiner Zusatz von Zinn zum Kupfer gibt diesem schon die Fähigkeit, sich fein ausgießen zu lassen, und beraubt es der Eigenschaft beim Gießen blasig und löcherig zu werden. Ist dieser Zusatz nicht größer als zwischen 1 bis 10%, so behält die Legierung noch eine rote oder rotgelbe Farbe und eine solche Dehnbarkeit, daß sie sich hämmern und strecken läßt, namentlich in der Rotglühhitze, bekommt jedoch schon eine Härte, welche weit größer als die des Kupfers ist. Mit dem vergrößerten Zusatz von Zinn nimmt zunächst die rote Farbe immer mehr ab, so daß sie bei 12% orange-gelb, bei 15% reingelb, bei 20% gelblichweiß, dann weiter ganz weiß, bei 50 bis 65% grauweiß und mit mehr als 65% wieder weiß und zinnähnlich wird. Desgleichen

1) Glasers Annalen Bd. 14, S. 179. — Dinglers Journ. 255, 73; 293, 18. — 2) Stahl und Eisen 1901, S. 811. — 3) Dinglers Journal 85, 378; 114, 199; 184, 245; 253, 514; 256, 239.

wächst mit dem Zinngehalte bis 28% die Härte, die hier so groß ist, daß die Bronze von der Feile kaum angegriffen wird. Über 28% Zinn hinauf nimmt die Härte wieder allmählich ab bis zur Härte des Zinns.

Die Dehnbarkeit vermindert sich im allgemeinen mit dem Zusatz von Zinn. Während sie unter 4,75% Zinn so groß ist, daß sich die Bronze noch kalt strecken und dehnen läßt, wird letztere bei 15—20% Zinn stufenweise spröder und brüchiger bis zu 50%, von wo dann die Sprödigkeit wieder abnimmt.

Zu den allgemeinen Eigenschaften der Bronze gehören noch: Politurfähigkeit, hoher Klang und eine eigentümliche Veränderung, welche sich an der Oberfläche vollzieht, wenn sie der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird.

Die Politurfähigkeit ist wegen des dichten, gleichmäßigen, feinkörnigen Gefüges, das bei sorgfältiger Herstellung entsteht, sehr groß, die Politur ebenfalls wegen der Härte und der geringen Neigung, sich in trockener Luft zu oxydieren, sehr haltbar.

Der Klang ist rein, wenn die Bronze rein ist. Es ist demnach jeder Zusatz ein Fehler. Nur zu ordinären Glocken, Schellen usw. wird wohl der Wohlfeilheit wegen der Masse etwas Zink und Blei zugesetzt. Eine Beimischung von Silber ist vollständig verwerflich, weil Silber den Ton verschlechtert. Das in früheren Zeiten häufig von frommen Leuten zum Gießen von Glocken bereitwilligst hergegebene Silber ist daher auch von den mit den Eigenschaften der Glockenbronze vertrauten Glockengießern nie in die Glocken gekommen.

Wenn Bronze längere Zeit im Freien der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird, so überzieht sie sich nach und nach mit Rost, der erst schmutzig-schwarzgrau, dann grünlich und endlich blaugrün wird und das bildet, was man die edle Patina (*aes nobilis*) auch wohl antike Patina und *verde antico* nennt. Dieser Überzug schützt durch seine Dichtigkeit nicht nur die Hauptmasse vor den weiteren Einwirkungen der Luft, sondern gibt ihr auch die so hoch geschätzte Farbe, welche namentlich an den alten Bronzestatuen so bewundert wird. Daß heutigen Tages diese echte Patina nicht mehr in solcher Schönheit entsteht, wird von verschiedenen Seiten verschieden erklärt<sup>1)</sup>. Einige führen die Erscheinung, daß die sich in der neueren Zeit bildende Patina schwärzer und unansehnlicher ist, auf den Rauch und Schwefelgehalt der Luft (durch Brennen der Steinkohle) zurück, andere suchen sie in der verschiedenen Zusammensetzung der Bronze, und wieder andere halten die Zeit der Einwirkung für zu kurz und durch Schmutzkrusten gehemmt. Dieser letzte Einwand scheint die größte Wahrscheinlichkeit für sich zu haben, wengleich auch die andern Ursachen mitwirken mögen. Die künstliche Beschleunigung in der Erzeugung dieses Überzuges durch Bepinseln oder Abwaschen mit mancherlei vorgeschlagenen Flüssigkeiten geschieht aber erfahrungsgemäß immer auf Kosten seiner Schönheit.

Endlich ist noch eine Eigenschaft der Bronze zu erwähnen, welche unter Umständen für die Verarbeitung derselben wichtig werden kann, nämlich die Eigenschaft, vermöge welcher glühende Bronze in kaltes Wasser getaucht, bedeutend an Sprödigkeit verliert, also einen gewissen Grad von Hämmerbarkeit und Biegsamkeit bekommt. Dieses Abkühlen (Anlassen, Adoucieren, *Temper*, *Temper*) wird mitunter sofort nach dem Guß vorgenommen, indem man die Form schnell abreißt und den Guß in kaltes Wasser bringt.

<sup>1)</sup> Berl. Verh. 1869, S. 182, 1872, S. 35. — Dingers Journ. 199, 428; 232, 333; 245, 86, 125, 176, 256. — Dtsch. Bauz. 1871, S. 187.

Die Verarbeitung der Bronze beschränkt sich aber dennoch fast nur auf das Gießen derselben mit einigen Nacharbeiten an dem Gußstücke. Nur in einem Fall, nämlich zur Aufertigung von Blech zu Schiffsbeschlägen wird noch die Bronze ausgewalzt. — Die Verwendung derselben ist dahingegen eine sehr mannigfaltige, weil die verschiedenen Eigenschaften verschiedenen Gebrauchsbedingungen gerecht werden. Je nachdem die eine oder die andere Eigenschaft mehr in den Vordergrund zu treten hat, ist übrigens auch die Zusammensetzung verschieden, wie aus den später folgenden Tabellen ersichtlich wird.

Da die Bronze sehr gußfähig ist, so werden aus ihr unzählige Gegenstände gegossen, von den größten öffentlichen Denkmälern abwärts bis zu den kleinsten Schmucksachen, Nippes, Vasen, Uhrgehäuse usw. Die dazu verwendete Bronze heißt Statuenbronze.

Infolge ihrer Zähigkeit dient die Bronze zur Anfertigung von Geschützen und heißt dann Kanonenmetall, Geschützbronze oder Stückgut (*Métal de canons, Bronze à canon, Gunmetal*).

Die Klangfähigkeit gewisser Kompositionen machen diese besonders geeignet zu Glocken, Schellen, Gongons etc.; dann nennt man die Bronze: Glockenmetall, Glockengut, Glockenspeise (*Bronze à cloches, Métal de chloches, Bell-metal*).

Die Politurfähigkeit und eine damit verbundene weiße Farbe lassen solche Bronze Verwendung finden zu Spiegeln für physikalische, astronomische und dergleichen Apparate: Spiegelmetall (*Métal de miroirs, Speculum metal*).

Ferner hat man Maschinenbronze (Rotguß) zu einzelnen Maschinenteilen (Lagern, Muttern etc.), Medaillenbronze, Münzbronze, Schiffsbronze zu Schiffsbeschlägen usw.

In bezug auf die Herstellung der Bronzelegierungen ist zunächst anzuführen, daß ihre Schmelzpunkte tiefer als die des Kupfers liegen und daß sehr leicht beim Erstarren ein Aussaigern, d. h. eine Ausscheidung zinnärmerer Legierungen stattfindet und zwar namentlich bei einer raschen Erstarrung, weshalb man bei Guß, wenn es auf große Homogenität ankommt, langsames Erstarren herbeizuführen sucht.

Ferner muß man beim Schmelzen berücksichtigen, daß das Zinn sich viel leichter oxydiert als das Kupfer und demnach so verfahren, daß man erst das Kupfer schmilzt und dann das Zinn geschmolzen zusetzt und zwar etwas mehr als in der fertigen Masse sein soll.

Seitdem man weiß, daß ein Zusatz von Phosphor der Zinnbronze infolge der dadurch hervorgebrachten Reduktion der Kupferoxyde eine besondere Zähigkeit verleiht, wird vielfach auch sogen. Phosphorbronze<sup>1)</sup> dadurch erzeugt, daß man der Mischung Phosphorzinn zusetzt, gewöhnlich 75 bis 80 Kupfer mit 25 bis 20 Phosphorzinn.

Das Schmelzen selbst wird je nach Bedürfnis in Tiegel- oder Flammöfen vorgenommen und zwar insofern mit Vorsicht, als man eine Oxydation zu vermeiden sucht durch Schmelzen unter Kohle und Abhaltung der Luft.

### 3. Legierungen des Kupfers mit Aluminium<sup>2)</sup>.

Kupfer und Aluminium lassen sich zu Legierungen zusammenschmelzen, deren Eigenschaften denen der Zinnbronze so nahe kommen, daß man sie ebenfalls als Aluminiumbronze zu den Bronzen rechnet. Sie zeichnen sich durch

1) Künzel, Bronzelegierungen. Dresden 1875. — Dingers Journ. 200, 397; 202, 48.  
— 2) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1888, S. 122, 1068; 1889, S. 959; 1893, S. 230, 1366.

große Gußfähigkeit, Festigkeit, Zähigkeit und Härte aus, wenn der Gehalt an Aluminium 10% nicht überschreitet und lassen sich daher durch Gießen, Walzen, Schmieden, Pressen etc. gut verarbeiten. Die Farbe ist je nach der Zusammensetzung sehr verschieden; bei einem Zusatz von Aluminium von 3%, die des roten Goldes, von 5% goldgelb, von 10% gelb vom Gelben ins Weiße übergehend. Reine Aluminiumbronze widersteht außerordentlich den Einflüssen der Luft, des Wassers, der Salzlösungen (Meerwasser, Sulfitlaugen etc.) und nimmt eine hohe dauernde Politur an. Besonders bemerkenswert ist noch ihr reiner Klang. Den vielen hervorragenden Eigenschaften entsprechend besitzt die Aluminiumbronze einen sehr großen Verwendungskreis, am häufigsten bei einem Gehalte von 5 bis 10% Aluminium mit einem Schmelzpunkt von etwa 950°. Die Erzeugung der Aluminiumbronze erfolgt entweder durch direktes Zusammenschmelzen oder gewöhnlich bei der elektrolytischen Aluminiumgewinnung.

#### 4. Legierungen des Kupfers mit Nickel und Zink (Neusilber). (Packfong Maillehort, Toutenaque, Argent d'Allemagne, Argent neuf, German silver, Pakfong, Tutenag, Alpaka, Electrum)<sup>1)</sup>.

Diejenigen Metallmischungen, welche der Hauptmenge nach aus Kupfer, Zink und Nickel, also aus Messing und Nickel bestehen, führen den allgemeinen Namen Neusilber, Argentan. Außerdem gibt es noch eine Anzahl Benennungen für diese Legierung, welche entweder lokalen Ursprungs sind, oder bestimmte von dem einfachen Satz abweichende Zusammensetzungen bezeichnen, z. B. Pakfong, Weißkupfer, China-Silber, Maillehort, Melchior, Alfenid (Paris), Alpaka (Wien), Christofle-Metall, Peru-Silber.

Im allgemeinen entzieht auch das Nickel dem Kupfer seine rote Farbe, so daß ein Zusatz von 25% eine fast silberweiße Legierung liefert. Dergleichen macht Nickel die Farbe des Messings heller und verwandelt sie in eine weisse mit einem Stich ins Graue oder Graubraune. Trotz dieser gräulich-weißen Farbe ist Neusilber eine sehr gesuchte und viel verwendete Legierung, weil sie in Dehnbarkeit dem Messing wenig nachsteht, einen sehr schönen Glanz hat und eine hohe Politurfähigkeit. Ihre Härte ist etwas größer als die des Messings und Silbers. Daher ist die Politur recht haltbar (soweit man das Neusilber vor Oxydation schützt). An der Luft hält sich der Glanz des Neusilbers bedeutend länger als der des Messings, weil es viel weniger leicht oxydiert wird. Auch wird es von Säuren weniger leicht als die anderen Kupfer-Zink-Legierungen angegriffen. — Da Argentan sich ausgezeichnet gut galvanisch versilbern läßt, so kommen eine Menge Argantanwaren so versilbert in den Handel, daß sie sich äußerlich von Silber nicht unterscheiden lassen.

Zur Bereitung des Neusilbers nimmt man nur Nickel in Würfeln (Würfelnickel) oder in schwammigem Zustande (Nickelschwamm). Kupfer und Zink werden in haselnußgroßen Stücken mit dem Nickel in Tiegel gebracht, deren Füllung etwa 5 bis 8 kg beträgt, so daß sich oben und unten etwas Kupfer befindet, und die Tiegel der Weißglühhitze im Windofen ausgesetzt, nachdem man die Masse mit Kohlenpulver bedeckt hat. Während des Schmelzens rührt man mit einem Eisenstabe öfters um. Unmittelbar vor dem Ausgießen setzt man ein kleines Stück Zink zu, um die Massen etwas leichtgießiger zu machen. Das Ausgießen geschieht zwischen erwärmten eisernen Platten (Platteneingüssen), da sich Sand nicht bewährt hat.

1) Dinglers Journ. 92, 338; 246, 156; 260, 378.

Damit das Neusilber alle obengenannten guten Eigenschaften erhält, ist es notwendig, namentlich die Nickelmenge richtig zu bestimmen und daher erforderlich, dies Metall auf seine Reinheit zu prüfen, weil es häufig bedeutende Mengen Eisen und Kupfer enthält.

## B. Legierungen des Aluminiums mit Magnesium.

Wird Aluminium mit Magnesium zusammengeschmolzen, so entsteht eine Legierung, welche unter dem Namen „Magnalium“ vielfach Verwendung findet. Legiert man z. B. 100 Aluminium mit 10 Magnesium, so besitzt die Legierung, neben dem geringen spez. Gewichte von 2,5, die Eigenschaften des gewalzten Zinks; mit 15 Magnesium entspricht sie einem guten Gußmessing; mit 20 hartgezogenem Messingdraht; mit 25 dem gewöhnlichen harten Rotguß. Sie läßt sich leicht bearbeiten durch Gießen, Walzen und mit schneidenden Werkzeugen.<sup>1)</sup>

## C. Legierungen des Zinns mit Blei, Zink, Antimon usw.

Das Zinn wird für technische Zwecke fast stets mit Blei legiert, weil es dadurch eine größere Geschmeidigkeit und Gießfähigkeit erhält, und auch um den Zinnwaren eine größere Billigkeit zu erteilen. Der letztere Grund hat nun freilich im Laufe der Zeit zu einem solchen Mißbrauch geführt, daß trotz der fast in allen Ländern bestehenden gesetzlichen Vorschriften über die zulässige Menge Blei, das schöne Zinn sehr in Mißkredit geraten ist, weil ein Zusatz von mehr als 30 % als gesundheitsschädlich, also zur Anfertigung von Speisegeräten verwerflich erklärt werden muß. In Deutschland ist der Maximalgehalt an Blei auf 10 % festgesetzt. — Das Blei gibt dem Zinn auch eine vermehrte Härte, so daß die Zinnbleilegierungen härter sind, als Blei und Zinn einzeln. — In gewissen Mengen zusammengesetzt, entsteht eine Legierung, welche einen hohen Glanz hat und als Fahluner Diamanten eine ausgedehnte Anwendung zu Theaterschmuck etc. findet.

Eine Zinn-Legierung, welche den Namen Britanniametall (*Métal anglais*, *Métal britannique*, *Britannia metal*) führt, besteht wesentlich aus Zinn, Antimon, Zink und Kupfer. Sie hat eine bläulich-weiße Farbe, eine größere Härte als Zinn und einen bedeutenden Grad von Politurfähigkeit. Darum findet sie nicht nur zu Eßgeräten (Löffel, Salzfüßer, Teekannen usw.), sondern auch zu Leuchtern und ähnlichen Gegenständen, sodann zu Zapfenlagern usw. Anwendung, zudem sie sowohl durch Guß als auch in Blechform sich leicht verarbeiten läßt. *Métal d'Alger*, *Queensmetall*, *Weißmetall*, *Pewter* sind Namen für Legierungen, die dem Britanniametalle fast gleich zusammengesetzt sind. — Eine Legierung von 78 Blei, 6 Zinn und 16 Antimon dient als Magnoliametall zum Ausgießen von Lagern. — Das Hartblei oder Letternmetall besteht wesentlich aus 60 Blei, 25 Antimon und 15 Zinn.

<sup>1)</sup> Berl. Verh. 1900, S. 93; 1901, S. 277. — Dinglers Journ. 314, 79.

## D. Tabelle der technisch-wichtigsten Legierungen.

	Kupfer.	Zink.	Zinn.	Blei.	
<b>I. Kupferlegierungen.</b>					
<b>A. Gelbkupfer.</b>					
a) Tombak.					
1. Rotes Tombak . . . . .	97,8	2,2			
2. Pinschbeck . . . . .	93,6	6,4			
3. Chrysochalk . . . . .	90,0	7,9	—	1,6	
4. Orëide, auch Similor . . . . .	90,0	10,0			
5. Gußtombak . . . . .	87,0	13,0			
6. Tombak zur Vergold. (Talmi)	86,0	14,0			
7. " " " "	82,3	17,7			
8. " " " "	78	18	2	2	
b) Messing.					
9. Walzmessing . . . . .	70,1	29,9			
10. Chrysin . . . . .	72,0	28,0			
11. Messing zum Vergolden . . . . .	70,96	24,05	2,0	3,05	
12. " zu Schiffsbeschlag . . . . .	76	24			
13. Messingblech . . . . .	68,1	31,9			
14. " . . . . .	63,6	33,02	—	2,52	
15. Sterrometall . . . . .	60,66	36,88	1,35		1 bis 4 Eisen.
16. Schmiedbares Messing . . . . .	65	35			
17. Deltametall . . . . .	55	41		1,2	1 Eisen, 1,2 Mangan, 0,015 Phosphor.
18. Weissmessing (Platina) . . . . .	43	57			
19. Aluminiummessing . . . . .	69	28			1 bis 4 Aluminium.
<b>B. Bronze.</b>					
1. Glockenbronze zu Hausglocken	70	—	20		
2. " zu Turmglocken	78	—	22		
3. " zu Uhrglocken .	75	—	25		
4. Gong-gong- (tam-tam-) Metall .	80	—	20		
5. " . . . . .	78	—	22		
6. Kanonenmetall . . . . .	91	—	9		
7. " . . . . .	90	—	10		
8. Statuenbronze . . . . .	93	1	4	2	
9. " . . . . .	86	10	4		
10. " . . . . .	84	11	2	3	
11. " . . . . .	75	20	3	2	
12. " . . . . .	73	18,2	8,8		
13. Bronze zu Schiffsblech . . . . .	95,5	—	4,5		
14. " " " . . . . .	94,5	—	5,5		
15. Spiegelmetall . . . . .	65,4	—	32,6	—	2 Nickel.
16. " . . . . .	65,4	—	32,6	—	2 Arsen.
17. Medaillenbronze . . . . .	90	—	10		
18. " . . . . .	98	—	2		
19. " . . . . .	95	—	5		
20. Maschinenbronze . . . . .	84	—	14	2	
21. " . . . . .	87	—	12		1 Antimon.
22. " . . . . .	90	6	4		
23. " . . . . .	88	2	10		
24. Normalmaßstäbe . . . . .	82	5	13		
25. Phosphorbronze . . . . .	90,25	—	9	—	0,75 Phosphor.
26. Cornishbronze . . . . .	77,83	—	9,60	12,40	
27. Tobinbronze . . . . .	59	38,4	2,16	0,31	0,11 Eisen.

	Kupfer.	Zink.	Zinn.	Blei.	
<b>C. Neusilber.</b>					
1. Gewöhnliches Neusilber . . . . .	55	25	—	—	20 Nickel.
2. Chinesisches Neusilber . . . . .	26,4	36,8	—	—	36,8 „
3. Chinesisches Guß-Neusilber . . . . .	45,7	36,9	—	—	17,4 „
4. Berliner Prima . . . . .	52	26	—	—	22 „
„ Secunda . . . . .	59	30	—	—	11 „
„ Tertia . . . . .	63	31	—	—	6 „
5. Wiener Alfenide . . . . .	50	25	—	—	25 „
6. „ Alpaka . . . . .	60	20	—	—	20 „
7. Alfenide . . . . .	50	25	—	—	25 „
8. „ . . . . .	60	30	—	—	9,5 „ 1 Eisen.
<b>II. Legierungen von Zinn mit Blei, Antimon u. dergl.</b>					
1. Vierstempelig . . . . .	—	—	32	1	
2. Dreistempelig . . . . .	—	—	5	1	
3. Fünfpfündig . . . . .	—	—	4	1	
4. Vierpfündig . . . . .	—	—	3	1	
5. Zweistempelig . . . . .	—	—	2	1	
6. Zweipfündig . . . . .	—	—	1	1	
7. Zinnbrillanten (Fahluner Diamanten) . . . . .	—	—	60	40	
8. Britanniametall . . . . .	1	3	85,6	—	10,4 Antimon.
9. „ . . . . .	1,5	—	91	—	0,5 Nickel. 7 Antim.
10. „ . . . . .	—	—	85,5	—	14,5 Antimon.
11. „ zu Teekannen, Löffeln usw. . . . .	3,26	8,94	67,53	—	17,0 Antimon.
12. Weißguß zu Zapfenlagern . . . . .	—	—	83,5	—	16,5 „
13. „ „ Zapfenlagern . . . . .	—	—	42	42	16 „
14. „ „ Lokomotivachsenlagern . . . . .	6	—	83	—	11 „
15. „ „ Kolbenringen . . . . .	6	—	78	—	16 „
16. „ „ Perkussionszündröhren . . . . .	—	—	52	38	10 „
17. Pewter . . . . .	1	—	50	—	4 Ant. 1 Wismut.
18. Kattendruckformen . . . . .	—	—	33,3	15,98	33,3 Wismut.
<b>III. Legierungen von Zinn mit Zinn, Kupfer und Eisen etc.</b>					
1. Weiße Legierung . . . . .	3	50	48	—	1 Eisen.
2. „ „ . . . . .	—	66	32	—	3 Antimon.
3. Antifrikctionmetall . . . . .	6	76	18	—	
4. Zu Kattendruckwalzen . . . . .	5,61	78,24	15,98	—	

Um einen Vergleich über die Haupteigenschaften der wichtigsten Metalle und ihrer Legierungen zu gewinnen, sind dieselben in der beigedruckten Tabelle in Mittelwerten nebeneinander gestellt.

## E. Tabelle der Haupteigenschaften der Metalle.

	Spez. Gewicht	Härte	Zugfestigkeit in kg pr. □cm	Schmelzpunkt in ° nach Cels.
Roheisen, weißes . . . . .	7,5	91,8	665— 2400	1050—1100
„ graues . . . . .	7,1	62,5		1100—1200
Schweißisen . . . . .	7,80	6,0		3300— 4200
Schweißstahl . . . . .			4200— 6000	
Flußisen . . . . .	7,85		3400— 5000	1350—1450
Flußstahl . . . . .			5000—10000	
Stahl, weich . . . . .	8,7	59,8	500—14615	1400
„ hart . . . . .	8,8	57,5		
„ Draht, weich . . . . .			5840— 6000	
„ „ hart . . . . .			8250—12500	
Aluminium . . . . .	2,6	17,3	1000— 1200	600— 700
Nickel . . . . .	9,0			1400—1500
Kupfer, weich . . . . .	8,7	18,9	1315— 2630	1054
„ Draht, hart . . . . .			2500— 4200	
Zink, gegossen . . . . .	6,9	11,5	526	412
„ Draht . . . . .			1315— 1560	
Zinn, gegossen . . . . .	7,3	1,7	350	228
Blei, gegossen . . . . .	11,4	[1,0]	130	326
„ Draht . . . . .			220	
Gold, gegossen . . . . .	19,5	10,4	1445	1037
„ Draht . . . . .			2650	
Silber, gegossen . . . . .	10,5	13,0	2800	950
„ Draht . . . . .			3650	
Platin . . . . .	21,7	24		1770
„ Draht . . . . .			3650	
Tombak . . . . .	8,5	17,8		920
Messing, gegossen . . . . .	8,5	30,8	1500	1015
„ Draht . . . . .			3650	
Deltametall, gegossen . . . . .	8,6		3400— 3700	950
„ gewalzt . . . . .			5600— 6500	
„ Draht . . . . .			9800	
Bronze . . . . .	8,8	32,0	3000— 4000	900
Aluminiumbronze . . . . .	6,5		4400— 6400	950
Phosphorbronze, gegossen . . . . .	8,7		3000— 4000	
„ Draht . . . . .			5000— 8000	800—1300
Argentän . . . . .	8,5	17,5	5150	
„ Draht . . . . .			7500	
Magnalium . . . . .	2,6		2400— 3000	600— 700

III. Das Holz. (Bois, *Wood*)<sup>1)</sup>.

Das Holz ist ein Produkt der Natur, das von derselben in einem für den technischen Gebrauch fertigen Zustande in den vieljährigen Pflanzen (Bäumen, Sträuchern) geliefert wird. — Kein einfacher Körper, sondern vielmehr aus

1) Nördlinger, Techn. Eigenschaften der Hölzer. — Stuttgart 1860. — H. Schacht, Der Baum. 2. Aufl. Berlin 1860. — R. Gottgetreu, Phys. u. chem. Beschaffenheit der Baumaterialien. 2. Bd. Berlin 1874. I, S. 315. — Nördlinger, Holzquerschnitte. 5. Bd. Stuttgart 1852—1874. — Nördlinger, Deutsche Forstbotanik. 1. Bd. Stuttgart 1874. — Nördlinger, Der Holzring als Grundlage des Baumkörpers. Stuttgart 1872. — M. Willkomm,

Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff zusammengesetzt, hat die Pflanze Organe zur Ernährung und zum Wachstum, welche je nach der Individualität mehr oder weniger lange Zeit tätig bleiben und sowohl eine Zunahme in der Länge als in der Dicke verursachen. Ursprünglich, sowohl im Keime als im Triebe der Pflanze, sind drei übereinander liegende Teile vorhanden. Im Innern (der Achse) liegt das Zellengebilde, welches Mark (Moëlle, *Pith*) genannt wird; das Mark wird von einem zylinderförmigen Ring (Kambium- oder Verdickungsring) umgeben, der zugleich eine Scheidewand zwischen dem Mark und dem äußeren dritten Teil der Pflanze (der Rinde, Ecorce, *Bark*) bildet.

Indem einerseits das Mark gewöhnlich nach einiger Zeit eintrocknet und zusammenschrumpft und daher einen nur mit diesen eingetrockneten Zellenhäuten ausgefülltem Raum (die Markröhre) als Achse der Pflanze zurückläßt, werden andererseits vom Verdickungsringe aus nach der Markröhre zugekehrt, Holzteile und nach der Rinde zu Bastteile gebildet. Zwischen Holz und Bast bleibt jederzeit ein dünner Mantel vom Kambium erhalten, der zur Zeit der Vegetationstätigkeit nach innen neue Elemente des Holzes, nach außen neue Bastorgane absetzt und dadurch das Dickenwachstum der Pflanzen vermittelt. Zum Unterschiede von der ursprünglichen Rinde wird dieses Bastgewebe auch Innenrinde oder Safthaut genannt.

Bei den Bäumen des gemäßigten und nördlichen Klimas findet ein Stillstand im Wachstum fast ausnahmslos statt. Bei ihnen bildet sich daher der Holzring in Perioden, die man auf dem Holzquerschnitte durch diejenigen zentralen Ringe erkennt, welche Jahrringe (*Couches*, *Zones ligneuses*, *Cercles annuels*, *Annual rings*) genannt werden, weil die Wachstumsperiode gewöhnlich jährlich einmal eintritt und eine Schicht ansetzt.

Das Holz besteht aus drei Gewebsarten, die nach ihrer physiologischen Aufgabe als Leitungsgewebe, Festigungsgewebe und Speichergewebe benannt werden. Das Leitungsgewebe besteht aus dünnwandigen, weitleumigen, langgestreckten Organen, in denen das Wasser mit den darin gelösten Nährstoffen von den Wurzeln bis an die Blätter emporsteigt. Bei den Nadelbäumen nennt man diese Organe Leitungsfasern; bei den Laubbälzern treten dazu noch Gefäße, deren übereinanderstehende Glieder durch Auflösung der Querwände zu einer zusammenhängenden Röhre verschmolzen sind. Im Querschnitte erscheinen die weiten Innenräume der Gefäße als Poren. Die Länge der Fasern und der Gefäße schwankt zwischen 0,5 bis 6 mm. Das Festigungsgewebe dagegen besteht aus dickwandigen, englumigen Fasern und hat die mechanischen Aufgaben des Baumes (Tragen der eigenen Last, Widerstand gegen Sturm u. dergl.) zu lösen. Das Speichergewebe ist aus lebenden kurzen Zellen zusammengesetzt, in denen Nahrungsmittel (Stärkemehl, Zucker, Öle, Eiweißstoffe) für späteren Bedarf aufgespeichert werden, bildet einestheils die sogenannten Markstrahlen oder Spiegel (*Rayons médullaires*, *Medullary rays*) und kommt anderenteils bei Laubbälzern auch noch in der Nähe der Gefäße oder als peripherisch verlaufende Schichten vor.

Der Baum bildet diese drei Gewebsarten zeitlich und örtlich nach seinem Bedarf aus.

Forstl. Flora von Deutschland und Österreich. Leipzig und Heidelberg 1872. — F. Exner, Die mechan. Eigenschaften der Hölzer. I. Wien 1871. — Printz, Die Bau- und Nutzhölzer. Weimar 1886. — R. Hartig, Anatomie der Holzpflanzen und Physiologie der Pflanzen. Berlin 1891. — R. Hartig, Die anatomischen Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren in Deutschland wachsender Hölzer. München 1890.

Im Frühjahr, wenn die neue Belaubung entsteht, entwickeln sich zunächst reichlich Leitungsgewebe, damit den neuen Blättern genügender Ersatz für das verdunstete Wasser zuteil werde. Deshalb findet sich das leichte, weiche Leitungsgewebe vorzugsweise in dem Frühjahrsholz. Dagegen bleibt die Ausbildung des dickwandigen Festigungsgewebes im Frühjahr zurück, weil in dieser Zeit die neue Belaubung noch unvollkommen tätig, die Tage noch kurz und die Wärme noch gering ist; sie erfolgt erst später kräftiger und ist der Grund, daß das Herbstholz von dem Frühjahrsholz deutlich zu unterscheiden ist. Frühlingsholz und Herbstholz zusammen geben sich als Jahrringe (*Couches*, *Zones ligneuses*, *Cercles annuels*, *Annual rings*) am deutlichsten auf dem Querschnitte der Bäume zu erkennen.

Bei ein- und derselben Holzart hängen Schwere, Festigkeit und mehrere andere Eigenschaften von dem Verhältnisse ab, in welchem die genannten Gewebsarten innerhalb der Jahrringe zueinander stehen. Bedarf ein Baum infolge seines Standes und seiner weit herabhängenden Krone großer Wassermengen, so bildet er relativ mehr Leitungsgewebe als Festigungsgewebe aus, und sein Holz ist deshalb leichter als das Holz eines Baumes, der im geschlossenen Bestande nur eine hochansetzende kleine Krone besitzt und nur wenig Wasser verdunstet. Deshalb haben im allgemeinen die Bäume mit sehr breiten Jahrringen, da sie meistens in lichter Stellung gewachsen sind, leichteres Holz, als solche die im geschlossenen Walde mit engen Ringen erwachsen. Ist dahingegen die Breitringigkeit Folge sehr guten Bodens, so ist solches Holz schwerer als das Holz von Bäumen, deren Jahresringe wegen geringerer Bodengüte schmal sind. — In den Tropen, in denen sich die Holzbildung während der Regenzeit vollzieht, wo also die feuchte Luft die Verdunstung und die Bildung der Leitungsorgane beeinträchtigt, entsteht in der Regel sehr schweres Holz. — Demgemäß ist die Breite der Jahrringe an sich kein sicherer Maßstab für die Beurteilung der Holzgüte. — Bei manchen Holzarten wird in der Jugend schwereres Holz erzeugt als im Alter (Eiche, Buche), bei anderen Holzarten (z. B. Birke) ist es umgekehrt und bei den Nadelholzbäumen hängt die Holzschwere ganz von den äußeren Verhältnissen ab, je nachdem die Verdunstung oder die Ernährung begünstigt wird.

Bei den meisten Baumarten findet nach einer Reihe von Jahren eine nachträgliche Veränderung des Holzes statt, die als Verkernung bezeichnet wird und im wesentlichen im Absterben der Speichergewebe und im Aufhören der Wasserleitungsfähigkeit des Holzes begründet ist. Entweder geht damit das Wasser aus dem Innern der Leitungsorgane überhaupt verloren und bleibt nur das in den Zellenwänden vorhandene zurück (Fichte, Tanne, Kiefer) oder der Wassergehalt vermindert sich nur etwas gegen den Splint (Buche) oder er nimmt im Laufe der Jahre wieder zu, so daß das innere Holz (Kern, Kernholz, Coer, Bois parfait, *Heart*, *Heartwood*) mehr Wasser enthält als das äußere (Splint; Splintholz, Aubier, Aubour, *Alburn*, *Sap-wood*) z. B. bei der Eiche. Die Eigenschaften des Holzes ändern sich bei der Verkernung aber auch noch in anderer Beziehung. Da das Speichergewebe des Kernes nach dem Tode keine Nährstoffe mehr enthält, so ist es weniger für Pilze und Insektenfraß geeignet als der Splint. — Bei der Verkernung treten ferner auch Gerbstoffe und deren Derivate, sowie Harze etc. in die Wandungssubstanz der Holzzelle, sowie in den Innenraum ein. Die ersteren, welche in den Blättern erzeugt werden, wandern durch die Markstrahlen nach innen und lagern sich im innersten Splintringe ab. Dadurch wird das Holz substanzreicher, also ebenfalls schwerer, härter und widerstandsfähiger gegen Zerstörung und erhält charakteristische Färbungen.

Wenn man einen Holzstamm mit einer Ebene rechtwinklig zur Markröhre, mit einer zweiten Ebene durch die Markröhre, also radial zerschneidet und zugleich die Rinde fortnimmt, so treten alle Organe so zum Vorschein, daß man in den meisten Fällen mit Hilfe einer Lupe jedenfalls in Dünnschnitten unter dem Mikroskop leicht erkennen kann, was um so wichtiger ist, als man durch diese äußeren Merkmale, die jeder Pflanze eigentümlich sind, auf die Abstammung, also den Baum, zurückschließen und die Haupteigenschaften des Holzes bestimmen kann. Zu diesem Zwecke mag Fig. 1 dienen, welche einen radial ausgeschnittenen entrindeten Teil einer dreijährigen Eiche darstellt.

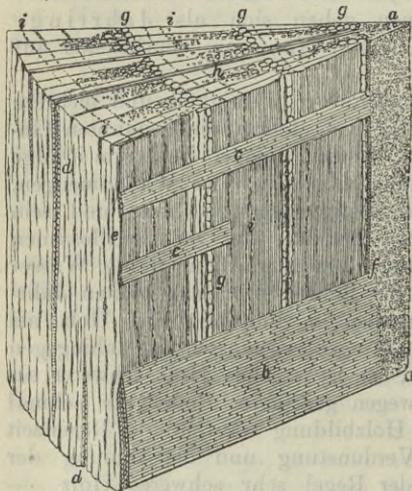


Fig. 1.

Die Fläche aii heißt die Hirnfläche, Hirnseite oder das Hirnende, (*Bois de bout*, *Pimwaij*, *Crossway of the grain*, *Cross grain*); die Fläche aia wird die Spiegelfläche (*Bois de maille*) genannt. Die durch jene Schnitte zum Vorschein kommenden Holzflächen heißen beim Schnitt aii Hirnholz, beim Schnitt aia Spiegelholz und zwar in der Richtung der Fasern Langholz (*Bois de fil*, *Cleft wood*) und in der Richtung querüber Querholz; — Aderholz (*Plankway of the grain*) bezeichnet im Gegensatz zum Hirnholz überhaupt die mit den Fasern parallelen Holzflächen.

In der Figur 1 bezeichnet a a die Markröhre, b große, c c kleine Markstrahlen in der Tangentialansicht, f Ringgefäße, g, g Frühlingsporenkreise, h radial verlaufende Gefäße (Spiegel), i, i, i Zellfasern beziehungsweise Herbstholz, also i g und g g Jahrringe.

In den allerseltensten Fällen wächst ein Baum so regelmäßig, daß alle eben beschriebenen Organe in Lage, Gestalt, Größe usw. gleich sind.

Da die Größe der Jahrringe von dem Maße des Wachstums abhängt, so folgt schon hieraus die Abhängigkeit derselben von den Wachstumsbedingungen (Klima, Stand, Boden, Witterung usw.). So hat man beispielsweise gefunden bei der Esche Jahrringe von 1,5 bis 12,0 mm Breite, bei der Erle 2 bis 4 mm, beim *Taxus* 0,5 bis 1,2 mm, bei der Buche 1 bis 4 mm. Selbst ein einzelner Jahrring hat an verschiedenen Stellen ungleiche Breite und wird dann exzentrisch. Diese größte Breite eines Jahrringes erzeugt ein Baum stets an der Seite, welche die größte mechanische Leistung zu vollziehen hat, also z. B. auf der dem herrschenden Winde entgegengesetzten Seite, weil sie unter dem Drucke des gebogenen Baumes steht. Am schiefliegenden Stamm ist die Unterseite die gefährdete. Der Seitenast der Fichte, Tanne, Kiefer hat auf der Unterseite breitere und festere Ringe (sog. Rotholz), damit die Herabbiegung verhindert wird. Kleinwelligkeit der Jahrringe entsteht durch das Aufreißen der Rinde, indem in einem Rindenspalte die Breite der Jahrringe infolge der Abnahme des Rindendruckes zunimmt. Sodann werden an denjenigen Stellen, wo etwa Verletzungen (durch Hagelschlag, Schälens etc.) stattgefunden haben, die Jahrringe ebenfalls mitunter sehr bedeutend breiter, desgleichen an der Seite, wo der Stamm frei ist von dem Bestande, welcher an den anderen Stellen den

Baum umgibt, weil dann durch stärkeres Ansetzen von Zweigen ein schnelleres Wachsen in der Dicke erfolgt. — Mitunter gehen die um die Markröhre rund erscheinenden Jahrringe allmählich in Wellenlinien über und liefern interessante Zeichnungen. — So gibt denn die Beschaffenheit der Jahrringe auch mancherlei Auskunft über die Lebensgeschichte des Baumes und besonders über die technischen Eigenschaft des Holzes. (Siehe weiter unten.)

Ebenso unregelmäßig als die Holzringe bilden sich natürlich die Holzfasern, da sich ja die ersteren aus diesen zusammensetzen. Die Fasern laufen daher selten mit der Markröhre parallel, folgen vielmehr der Ausdehnung und Verengung der Ringe und werden daher in einem Tangentialschnitte, wenn dieser nicht zu kurz ist, zum Teil quer abgeschnitten (über den Span geschnitten), so daß sie hier mit ihren Enden erscheinen. Häufig nehmen die Fasern sogar einen zickzackartigen Verlauf, so daß sie wellenförmig erscheinen und in ihrer Gesamtheit hübsche Zeichnungen darbieten. Dieser Wuchs heißt wimmerig und erscheint oft infolge des Durchsetzens der Markstrahlen. Fichten-Resonanzholz aus Böhmen zeigt diese Erscheinung sehr oft. — Besonders weicht der Wuchs von der Regelmäßigkeit ab, wenn starke Verletzungen (Abbrechen von Ästen) oder Verkrüppelungen stattgefunden haben. Es bilden sich dann verworrene Verschlingungen, die in ihrem Querschnitte die beliebten Zeichnungen — Masern, Fladern (Madrure, Bois madré, *Speckled-wood*, *Curled wood*) — (Fladerholz) darstellen (Ungarische Esche, Birkenmaser, Pfeifenköpfe). — Steigen die Fasern nach schlanken Schraubenlinien in dem Stamm in die Höhe, so nennt man das Holz drehwüchsig.

In gleicher Weise wie die Fasern, laufen auch die Gefäße.

Holzfasern und Gefäße kommen außerdem nicht nur in den verschiedensten Größen vor, sondern wie bereits oben dargelegt wurde, ist auch das Vertheilungsverhältnis zwischen beiden höchst wechselnd. Bezüglich der Größe unterscheidet man in der Holztechnik nach Nördlinger folgende Abstufungen:

Klasse	0, sehr grob: <i>Bignonia apurensis</i> .
"	1, grob: Stieleiche.
"	1—2, grob bis gröblich: Jungfernebe.
"	2, gröblich: gemeine Ulme.
"	2—3, gröblich bis mittel: Zürgelbaum.
"	3, mittel: Seekreuzdorn.
"	3—4, mittel bis ziemlich fein: Gemeiner Bohnenbaum.
"	4, ziemlich fein: Gemeiner Ahorn.
"	4—5, ziemlich fein bis fein: Pulverholz.
"	5, fein: Elsbeer.
"	5—6, fein bis sehr fein: Gemeine Syringe.
"	6, sehr fein: Pfaffenkäppchen.
"	7, äußerst fein: Stechpalme.

Die Markstrahlen oder Spiegel weichen desgleichen außerordentlich in Größe, Gestalt und Lage voneinander ab. Nichtsdestoweniger charakterisieren sie das Holz derart, daß sie zum Erkennen einer Holzart oft allein genügen. Die Zahl der Markstrahlen auf einer Flächeneinheit ist ebenfalls und sogar bei ein und demselben Holz sehr variierend, auch in vielen Fällen wegen der Kleinheit derselben mit Bestimmtheit gar nicht anzugeben. In bezug auf die Dimensionen der Spiegel stellt Nördlinger folgende Klassen auf.

## a) Für die Breite (Höhe):

Klasse	1.	Breite über	160	mm	(öfters fußhoch):	Waldrebe.
"	2.	"	etwa	160	"	: Gemeine Erle.
"	3.	"	"	50	"	: Stieleiche.
"	4.	"	"	5	"	: Rotbuche.
"	5.	"	"	2	"	: Zwetschgenbaum.
"	6.	"	"	1	"	: Spitzahorn.
"	7.	"	"	0,5	"	: Esche.
"	8.	"	"	0,2	"	(kaum sichtbar): Buchsbaum.

## b) Für die Dicke (Breite).

Klasse	1.	Dicke etwa	1	mm	(sehr dick)	
"	2.	"	"	0,6	" (dick)	: Gemeine Erle.
"	3.	"	"	0,1	" (ziemlich dick)	
"	4.	"	"	0,05	" (mittel)	: Gemeiner Ahorn.
"	5.	"	"	0,025	" (fein)	: Elsbeer.
"	6.	"	"	0,015	" (sehr fein)	: Weide.

Über die Zahl der Spiegel, gezählt in der Richtung der Jahrringe, kann folgende kleine Tabelle nach Karmarsch eine Andeutung gewähren.

Es finden sich auf 25 mm:

100—120	Spiegel bei	Linde, Ahorn, Birke, Kirschbaum, (Rot- und Weißbuchen, wovon nur 10—15 mit freiem Auge sichtbar).
120—140	"	" Apfelbaum, Esche, Mahagoni.
130—160	"	" Tanne, Fichte, Weide.
150—200	"	" Schwarzeholz, Eiche, (wovon nur 5—15 mit freiem Auge sichtbar).
200—240	"	" beim Birnbaum.

Die eigentümliche anatomische Beschaffenheit des Holzes, die Zusammensetzung desselben aus nebeneinander liegenden Fasern und Röhren, die Struktur (Textur, Texture) macht es erklärlich, warum ein Holzstück in der Richtung des Faserlaufes, z. B. durch Eintreiben eines Keiles leicht getrennt werden kann, während der Widerstand in der Ebene rechtwinklig zu den Fasern ein besonders großer ist. — Im ersten Fall sind nur die Zellenwände voneinander zu reißen, während im zweiten Fall die Holzsubstanz geteilt werden muß, was eine größere Kraft verlangt (Unterschied beim Hobeln auf Langholz und Hirnholz). Die leichte Teilbarkeit in der Richtung der Fasern begründet auch diejenige Eigenschaft, welche unter der Benennung Spaltbarkeit (Fissibilité, Fente, *Cleavage*) sehr bekannt und viel zur Abtrennung von Holzstücken in Anwendung ist (Spalten und Behauen mit Axt oder Beil). Indem die Spiegel die Holzmasse vom Mark bis zur Rinde durchsetzen und die einzelnen Holzfaserbündel voneinander trennen, tragen sie sehr viel zur Spaltbarkeit bei, d. h. sie sind die Ursache, weshalb das Holz unter sonst gleichen Umständen sich am leichtesten in der radialen Richtung spalten läßt. — Die Trennung in der Richtung der Jahrringe erfolgt durchschnittlich um  $\frac{1}{3}$  schwieriger als in der Richtung der Spiegel. — Besonderen Einfluß auf die Spaltbarkeit haben noch Härte, Federkraft und Feuchtigkeitsgrad des Holzes. Sehr weiche Hölzer (Linde) spalten schwer, weil sich das spaltende Werkzeug darin versenkt. Sehr harte Hölzer sind aber auch schwerspaltig, weil das Werkzeug nicht gut eindringen kann. Mittelharte Hölzer sind daher in der Regel gutschpaltig. — Die

Federkraft unterstützt das Spalten insofern, als die durch das Spaltwerkzeug entstandene Kluft sich leichter vergrößert, weil die Spaltflächen vermöge der Federung ein größeres Bestreben haben, sich gerade zu richten. — Die Feuchtigkeit beeinflusst die Spaltbarkeit in der Art, als in den meisten Fällen ein höherer Feuchtigkeitsgrad dieselbe vergrößert (weshalb im Frühling gefälltes, saftreiches Holz leichter spaltet als im Herbst gefälltes).

Um von dem Grade der Spaltbarkeit einen Begriff zu bekommen, kann folgende Übersicht sehr nützlich sein.

Äußerst schwerspaltig sind: Buchsbaum, Hartriegel, Vogelbeerbaum, wilde Kirsche, Erlenbaum.

Sehr schwerspaltig sind: Maßholder, gemeine Birke, Weißbuche, Mehlbeerbaum, Weißdorn, Akazie, Ulme.

Schwerspaltig sind: Gemeiner Ahorn, Spitzahorn, Spindelbaum, Esche, Elsbeerbaum, Syringe.

Etwas schwerspaltig sind: Schwarzföhre, Zwetschgenbaum.

Ziemlich leichtspaltig sind: Nußbaum, Lärche, Hollunder, Rotbuche.

Leichtspaltig sind: Silberahorn, Roßkastanie, Erle, Haselnuß, gemeine Föhre, Aspe, Stieleiche, Traubeneiche, Weide, Linde.

Sehr leichtspaltig sind: Tanne, Fichte, Weymouthskiefer.

Äußerst leichtspaltig sind: Silberpappel, kanadische Pappel.

Die Festigkeit (*Force*, *Strength*) des Holzes im allgemeinen ist ebenfalls wegen des eigentümlichen Gefüges, das fast nicht an zwei Stellen eines Stückes gleich ist, höchst verschieden und zwar nicht nur bei den einzelnen Holzarten, sondern selbst bei jeder Holzart an verschiedenen Stellen sehr variierend. Gewöhnlich hat das Kernholz eine größere Festigkeit als Splintholz, trockenes eine größere als feuchtes. Die Hölzer der Tropen sind im Durchschnitte von bedeutend größerer Widerstandsfähigkeit gegen Trennung der Teile als die Hölzer des gemäßigten Klimas. Diese größere Festigkeit steht ohne Frage mit dem spezifischen Gewicht, also mit der Fasermasse der Hölzer in solchem Zusammenhang, daß jene mit dieser wächst.

Auch das spezifische Gewicht des Holzes ist für die Verwendung desselben von großer Bedeutung (Hausgerät etc.). Im Vergleich zu dem spezifischen Gewicht der technisch-wichtigeren Metalle (selbst Aluminium mit 2,6 spez. Gewicht nicht ausgeschlossen) ist es sehr gering, da als das höchste spezifische Gewicht des Holzes etwa dasjenige des Pockholzes mit 1,3 angesehen werden kann (Kegelkugel), während als das durchschnittlich niedrigste im lufttrockenen Zustande das der Linde mit 0,462 hinzustellen ist. Zu den schwersten Hölzern gehören ferner noch: Grenadillholz (braun Eisen-) mit 1,213, (schwarz Eisen-) mit 1,283, Ebenholz mit 1,259, Buchsbaum mit 0,971, Königsholz mit 1,024; zu den leichteren: Bleistifholz mit 0,5, Pappel mit 0,442, Weide mit 0,511.

Mit der anatomischen Beschaffenheit des Holzes steht ebenfalls die Elastizität desselben, d. h. die innere Kraft, vermöge welcher Verkürzungen, Verlängerungen oder Verdrehungen, nach Beseitigung der diese erzeugenden Kräfte, wieder aufgehoben werden, im Zusammenhang und ist deshalb auch höchst verschieden. Die Elastizitätsgrenze tritt in der Regel ein bei  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{3}$  des Zerreißungsgewichtes, wie aus folgender Zusammenstellung (nach Karmarsch)<sup>1)</sup> hervorgeht.

1) Technologie I, S. 613.

	Die Belastung an der Elastizitätsgrenze beträgt auf 1 qcm in kg	Die Verlängerung
bei Eschenholz . . . . .	552	1 : 385
„ Ulmenholz . . . . .	220	1 : 414
„ Eichenholz . . . . .	272	1 : 430
„ Fichtenholz . . . . .	252	1 : 470
„ Tannenholz . . . . .	249	1 : 500
„ Lärchenholz . . . . .	142	1 : 510
„ Buchenholz . . . . .	163	1 : 570

Die Federkraft des Holzes ist ebenfalls von Klima, Boden, Standort besonders abhängig (Resonanzholz von der Fichte in Bayern und Böhmen) und steht gewöhnlich bei einem Holze im graden Verhältnisse zu seinem spezifischen Gewicht. — Nördlinger<sup>1)</sup> nimmt folgende 6 Klassen als Einteilung für den Elastizitätsgrad.

- Klasse 1. Äußerst elastisch: Ebenholz, Teckholz.  
 „ 2. Sehr elastisch: Silberahorn, gemeine Akazie (Robinia).  
 „ 3. Elastisch: Linde, Aspe, Birke, Tulpenbaum, Ulme, Nußbaum.  
 „ 4. Ziemlich elastisch: Eiche, Buche, Fichte, Esche, gemeiner Ahorn.  
 „ 5. Schwach elastisch: Lärche, Erle, Hainbuche, Tanne.  
 „ 6. Sehr schwach elastisch: gemeine Föhre, Kanadische Pappel, Silberpappel, Weißerle, eschenblättriger Ahorn.

Die einzige Eigenschaft des Holzes, welche einen geringen Ersatz für die gänzlich fehlende Dehnbarkeit (im Sinne dieser Eigenschaft bei den Metallen) bietet, ist die Biegsamkeit (Flexibilité, *flexibility*), d. h. diejenige Eigenschaft, durch welche man Holzstücke krümmen und nachher in der gekrümmten Lage erhalten kann (gebogene Radreifen aus einem Stück, gebogene Möbel, gebogene Späne zu Schachteln, gebogenes Schiffsbauholz etc.). Die Verbiegung überschreitet die Elastizitätsgrenze und vernichtet einen Teil der Federkraft; die Formänderung durch Benutzung der Biegsamkeit erfordert daher eine Kraft die größer ist als diejenige, bei welcher die Elastizitätsgrenze erreicht wird und kleiner als diejenige, bei welcher der Bruch erfolgt. Um das Verhältnis der Biegsamkeit bei einzelnen Hölzern auszudrücken, gebraucht man bequem die Zahlen, welche die Gewichtseinheit angeben, durch welche Stäbe von gleicher Länge und gleichem Querschnitte um die gleiche Größe durchgebogen werden.

Diese Verhältniszahlen sind:

für Fichtenholz . . . . .	100
„ Tannenholz . . . . .	90
„ Buchenholz . . . . .	67
„ Eichenholz . . . . .	62 bis 84.

Ist die Biegsamkeit einer Holzart erheblich, so nennt man sie Zähigkeit (Tenacité, *Tenacity*). Man vergleicht die Zähigkeit der Hölzer durch die Anzahl von Hin- und Herbiegungen, welche dieselben zum Brechen erfordern und dann stellt sich heraus, daß etwa die Zähigkeit

des Eichenholzes =	100
„ Buchenholzes =	97
„ Tannenholzes =	97
„ Fichtenholzes =	104
„ Weidenholzes =	108

1) Nördlinger, Techn. Eigensch. S. 357.

Das zähste Holz ist das der Flechtweide, der Haselnuß, der Birke, der Ulme, der Waldrebe und der Hainbuche. Die Größe der Biegsamkeit einer Holzart hängt in hohem Grade ab von der anwesenden Feuchtigkeit, indem das Holz in naßem Zustande sehr viel biegsamer ist als ausgetrocknet. Durch Erwärmung mittelst heißen Wassers, Dampfes oder freien Feuers wird die Biegsamkeit bedeutend erhöht, weshalb hiervon vielfach Anwendung gemacht wird.

Eine sowohl für die Verarbeitung, als für die Verwendung des Holzes höchst wichtige Eigenschaft ist seine Härte (*Dureté*, *Durety*, *Hartness*), d. h. der Widerstand, den dasselbe dem Eindringen eines Werkzeuges entgegensetzt. Da die Holzsubstanz als solche die Härte bedingt, so ist unter gleichen Umständen das Holz am härtesten, welches am meisten Festigkeitsgewebe hat und dessen Fasern die dicksten Wandungen besitzen.

Statt der vielenorts gebräuchlichen Härteunterschiede: weich, halbhart und hart mit den sehr unbestimmbaren Grenzen ist es zweckmäßiger, folgende 8 Härte-Klassen (nach *Nördlinger*) einzuführen:

Klasse 1. Steinhart: Pockholz, Ebenholz, Teckholz.

„ 2. Knochenhart: Buchsbaum, gemeiner Sauerdorn, Rainweide, gemeine Syringe.

„ 3. Sehr hart: Mandelbaum, Kornelkirsche, Hartriegel, Weißdorn, Schwarzdorn.

„ 4. Hart: Maßholder, Ahorn, Hainbuche, Bohnenbaum, Wildkirsche, Kreuzdorn, gemeiner Hollunder, Sperberbaum, Erle, gemeiner Schneeball.

„ 5. Ziemlich hart: Götterbaum, Zürgelbaum, Seekreuzdorn, Stechpalme, Legföhre, Zwetschge, Zerreiche, amerikanische Roteiche, gemeine Robinie.

„ 6. Etwas hart: Silberahorn, Edelkastanie, Pfaffenhütchen, gemeine Buche (Steinbuche), Nußbaum, Birnbaum, Apfelbaum, Elsbeer, Stieleiche, Traubeneiche, Vogelbeer.

„ 7. Weich: Fichte, Tanne, Roßkastanie, Erle, Birke, Haselnuß, Wachholder, Lärche, Tulpenbaum, Föhre, Traubenkirsche, Pulverholz, Salweide, gemeiner Lebensbaum.

„ 8. Sehr weich: Weymouthsföhre, Silber-, Balsam-, Schwarz-, Italienische, Kanadische Pappel, Aspe, Lorbeerweide, Linde.

Höchst mannigfaltig tritt bei den verschiedenen Holzarten die Farbe auf, welche nicht nur oft den Gebrauchswert bedeutend steigert (Ebenholz, Mahagoni, Rosenholz, Ahorn), sondern auch für die Erkennung der Holzqualität und der Holzart sehr wichtig ist. So legt man z. B. bei der Wertbestimmung Gewicht auf eine gleichmäßige Färbung; auch unterscheidet man durch die Farbe Splint vom Kern. Die meisten Holzer verändern die Naturfarbe, wenn sie mit der Luft in Berührung kommen. (Nachdunkeln mancher Hölzer, z. B. Mahagoni, Esche etc.)

Die Hölzer der gemäßigten Zone haben der größten Zahl nach wenig intensive und ziemlich unbestimmbare Farben, gewöhnlich sind sie gelblich-weiß: Ahorn, Hainbuche, junges Eschenholz, Pappel, Linde, Buchsbaum; gelb-braun: Fichte, Föhre, Lärche, Esche, Erle; bräunlich und rötlich-braun: Eiche, Ulme, Rotbuche, Birnbaum, Apfelbaum; braun: Nußbaum, Spierlingsbaum, Elsbeerbaum.

Die Hölzer der Tropen dahingegen besitzen viel stärker ausgeprägte Farben, z. B. gelb: Zitronenholz, gelbes Sandelholz; braun: braunes Grenadillholz, Königsholz, Teckholz, Jakarandaholz; rot: rotes Sandelholz, Fernambuk-

holz; violett: Luftholz oder Palisanderholz; schwarz: schwarzes Ebenholz; grün: grünes Ebenholz. Häufig kommen bei den Tropenhölzern und denjenigen der wärmeren Gegenden hübsche Farbenzusammenstellungen und Übergänge vor, z. B. beim Rosenholz (gelblich mit rosenroten Streifen und Flammen), Pockholz (grünlich-schwarz), Mahagoni (rot mit braun).

Von hoher Wichtigkeit ist die Feuchtigkeit im Holze und deren Einfluß auf das Verhalten desselben.

Die Wandungssubstanz der Holzfasern besteht im frischen Zustande aus etwa zwei Dritteln festen Stoffen und einem Drittel Wasser. Der Innenraum der Holzorgane enthält Luft und Wasser und zwar in der Regel um so viel mehr Wasser, je jünger die Jahrringe d. h. je näher sie der Rinde gelegen sind. Der Kern verhält sich bezüglich des Wassergehaltes je nach der Holzart sehr verschieden. In den äußersten Jahrringen steigt das Wasser von der Wurzel zu den Blättern empor und enthält nebst den mineralischen Nährstoffen auch je nach der Jahreszeit verschiedene große Mengen organischer Bildungstoffe in Lösung. Am kleinsten ist der Wassergehalt des Baumes gewöhnlich im Spätherbst, am größten im Juni und Juli. Doch gibt es auch Holzarten z. B. Birke und Aborn, deren Wassergehalt im April am höchsten ist.

Wenn das mit diesem Saft versehene Holz (grünes Holz, Bois vert, B. vif, *Green wood*) gefällt und der Luft ausgesetzt wird unter gleichzeitiger Abhaltung zuströmender Feuchtigkeit (Regen), so verliert es zwar einen beträchtlichen Teil des Wassers und wird lufttrocken; allein ein Teil wird hartnäckig zurückgehalten und kann nur durch stärkere Erwärmung weggebracht werden (Dörren).

Beim Austrocknen an der Luft verliert naturgemäß das leichte, lose, poröse Holz die Feuchtigkeit leichter als das harte, dichte Holz, dünne Stücke (Bretter, Stangen) leichter als ganze Stämme, weshalb die Dauer für das Austrocknen und ebenso der Feuchtigkeitsgrad nach demselben wieder sehr verschieden sein kann. Im Durchschnitte kann man etwa bei den Hölzern des mittleren Klimas, nachdem sie ein Jahr an der Luft gelegen haben, noch 20 bis 25 % und an der Luft völlig ausgetrocknet (wozu eine längere Einwirkung einer Wärme von etwa 20° gehört) 15 %, im günstigsten Fall 10 % Feuchtigkeit annehmen.

Durch das Austrocknen tritt immer eine Größenverminderung des Holzes ein, die Schwinden (*Retraite*, *Shrinking*) genannt wird, und sehr häufig auch eine Gestaltveränderung (Werfen, Ziehen, Verwerfen, Verziehen, *Se dejeter*, *Se tourmenter*, *Déverser*, *Voiler*, *Gauchir*, *Warping*, *Casting*), sowie eine Abtrennung einzelner Teile (Reißen, *Se fendre*, *Split*, *Chink*), durch Bildung von Sprüngen (Rissen, *Crevasses*).

Das Schwinden eines Holzstückes beginnt immer erst dann, wenn das in ihm enthaltene flüssige Wasser zuvor verdunstet ist, da nur das Verschwinden des Wandungswassers eine Volumverminderung des Zellgewebes herbeiführt. Je mehr Holzsubstanz nun in einem Holzstücke enthalten ist, je mehr also sein Trockengewicht beträgt, um so größer ist auch sein Schwinden. Nur der Verkernungsprozeß stört diese Regel, insofern durch das Eindringen der Kernsubstanz in die Wandungen der Holzzeile deren Schwinden beim Trocknen beeinträchtigt wird. Davon abgesehen ist die Größe des Schwindens (Schwindmaß) zunächst abhängig von dem Grade des Austrocknens und sodann sehr abweichend, je nach der Richtung im Holze. Unter übrigens gleichen Umständen schwindet nämlich das Holz am stärksten in der Dicke der Markstrahlen (Spiegel), also in der Richtung der Jahrringe, am schwächsten in der Breite der Spiegel, also in der Richtung der Fasern; dazwischen liegt das

Schwindmaß für die Richtung in der Länge der Spiegel, also in radialer Richtung des Stammes. In Prozenten kann man für die gebräuchlichsten Hölzer und in den gewöhnlichsten Fällen annehmen, daß das

Schwinden in der Richtung der Fasern	. 0,1 %
„ „ „ „ „ Jahrringe	10,0 „
„ „ „ „ „ des Radius	5,0 „

beträgt.

Auch folgende kleine Tabelle<sup>1)</sup> gibt über das Schwindmaß einzelner Hölzer in den drei Richtungen weitere Mittelzahlen.

I.	Größe des Schwindens	in der Richtung	der Fasern,
II.	„ „ „ „ „	„ „	des Spiegels,
III.	„ „ „ „ „	„ „	der Jahrringe.

	I.	II.	III.
Weißbuchen . . . . .	0,21	6,82	8,00
Rotbuchen . . . . .	0,20	5,25	7,03
Feldahorn . . . . .	0,06	2,03	2,97
Ulmen . . . . .	0,05	3,85	4,10
Ahorn . . . . .	0,11	2,06	4,13
Birken . . . . .	0,50	3,05	3,19
Eichen . . . . .	0,03	2,65	4,13
Eschen . . . . .	0,26	5,35	6,00
Espen . . . . .	0,06	3,97	3,33
Salweiden . . . . .	0,05	2,07	1,90
Linden . . . . .	0,10	5,73	7,17
Föhren . . . . .	0,01	2,49	2,87
Fichten . . . . .	0,09	2,08	2,62
Erlen . . . . .	0,30	3,16	4,15

Aus diesen Zahlen geht zunächst hervor, daß die Verkleinerung in der Längsrichtung des Holzes gewöhnlich vernachlässigt werden kann. Dann folgt daraus, daß wenn ein Stamm der Länge nach durch parallele Schnitte in Bretter zerteilt wird (Fig. 2), diese Bretter je nach der Lage in verschiedenen Richtungen die Dimensionen verändern. Das aus der Mitte geschnittene Brett wird sich am stärksten in der Dicke, am wenigsten in der Breite verkleinern, während bei dem Brett, welches der Rinde am nächsten liegt, das Umgekehrte eintreten muß.

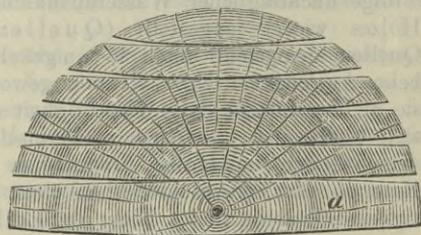


Fig. 2.

Beim Mittelbrett a wird dann sogar ein bemerkbarer Unterschied sein zwischen der Mitte und den Kanten, indem diese offenbar dünner werden als jene der Mitte näher liegenden Teile. Da außerdem bei jedem anderen Brett aber an den Breitseiten eine Verschiedenheit in der Lage der Jahrringe vorhanden ist, so müssen auch beide Seiten sich verschieden zusammenziehen, und muß die dem Kerne zugekehrte Seite konvex, die andere konkav werden. Demnach tritt hier durch das Schwinden eine Gestaltveränderung um so mehr ein, als das Splintholz schon an und für sich mehr schwindet. Man nennt dieselbe das Werfen oder Krümmen. Ist jedoch ein gleichmäßiges Schwinden längs

1) Nach Nördlinger.

der ganzen Oberfläche wegen der ungleichen Bauart nicht möglich und wird aus diesem Grunde das Krümmen ungleichmäßig, so nennt man die Gestaltveränderung das Windschiefwerden (*Winding*). — Runde Drechslerarbeit wird durch das Schwinden oval.

Wenn das Austrocknen an einer Stelle des Holzes in einem höheren Maße stattfindet, als auf einer anderen Stelle und wenn die anderen Teile dem Schwinden nicht folgen können, so wird an der Stelle des stärkeren Eintrocknens der Zusammenhang der Fasern aufgehoben und das Reißen (Springen) herbeigeführt. — Trocknet ein Stamm (Balken) an der Oberfläche so stark und rasch aus, daß die Feuchtigkeit aus dem Innern nicht schnell genug nachfolgen kann, um in allen Teilen einen gleichen Grad von Feuchtigkeit zu erhalten, so reißt das Holz von der Rinde ausgehend radial auf und zwar mitunter bis zur Mitte (Trockenspalten). Schon im lebenden Baum entstehen auch radiale oder mit den Jahrringen verlaufende Risse und Spalten, die in der Regel in starker Kälte ihren Grund haben (Spiegelklüfte, Ringklüfte, Kaltrisse), indem nämlich durch die Kälte gerade so wie durch Austrocknen ein Schwinden des Holzes eintritt, weil beim Gefrieren ein Teil des Wandungswassers in die Innenräume der Fasern tritt und hier zu Eis erstarrt. Je tiefer die Temperatur sinkt, um so mehr Wasser verläßt die Wandungen, so daß diese ihr Volumen wesentlich vermindern. — Übrigens können auch durch Blitzschlag oder durch Fäulnisprozesse im Baum Ringklüfte erzeugt werden.

Die letzten Wasserteilchen werden in der Wandungssubstanz sehr festgehalten, wie überhaupt die letztere stets eine lebhafte Anziehungskraft für flüssiges Wasser und Wasserdunst bewahrt und somit die Hauptursache der hygroskopischen Eigenschaft des Holzes ist. Ebenso wenig wie das in den Innenraum der Holzfasern eintretende Wasser das Volumen des Holzes vergrößern kann, wird durch das Verschwinden des kapillar aufgenommenen Wassers das Volumen verringert. Nur wenn trockenes Holz Gelegenheit hat, Wasser oder Wasserdunst aufzunehmen, füllt sich die Wandungssubstanz damit (Imbibation) und veranlaßt eine Quellung der Wandungen und somit des ganzen Holzes. Daher wird durch diesen Prozeß innerhalb gewisser Grenzen infolge nachträglicher Wasseraufnahme das Frischvolumen des geschwundenen Holzes wieder hergestellt (Quellen; Gonfler, *Swelling*). Es treten beim Quellen demgemäß auch in umgekehrter Reihe dieselben Veränderungen wie beim Austrocknen ein. Krumm gewordene Bretter werden wieder grade, wenn sie an der hohlen Seite Feuchtigkeit aufnehmen; Sprünge und Risse schließen sich wieder usw. — Auch mechanische Eindrücke (eingeschlagene Zeichen etc.) verschwinden im Holze, wenn man die gestoßene Stelle anfeuchtet. — Das Krumm- oder Windschiefziehen einer trockenen ebenen Holzplatte bei Feuchtigkeitsaufnahme findet leicht die Erklärung in denselben Gründen, welche beim Austrocknen oben näher angegeben sind.

Die Eigenschaft des Holzes, abwechselnd zu schwinden und zu quellen und auch zu reißen, also in fortwährender Tätigkeit zu sein (Arbeiten, Travailler) und die Dimensionen zu verändern, ist in sehr vielen Fällen höchst unerwünscht und hat daher Veranlassung gewesen, Mittel aufzusuchen, durch welche diese Holz-tätigkeit entweder ganz beseitigt oder wenigstens auf ein geringstes Maß zurückgeführt werden kann.

Dazu gibt es naturgemäß nur zwei Methoden. Erstens kann man die Ursache dieser Veränderung beseitigen und zweitens die Wirkung der Ursachen gewaltsam verhindern.

Der Feuchtigkeitsgrad im Holze richtet sich zunächst nach demjenigen der Umgebung: das Holz wird daher am wenigsten arbeiten, wenn es vorher

auf denjenigen Grad der Trockenheit gebracht ist, welcher der Luft entspricht, in der die fertigen Gegenstände (Möbel, Bauteile etc.) später sich aufhalten sollen. Daher ist das Austrocknen des Holzes vor der Verwendung desselben ein Mittel, Schwinden und Quellen innerhalb einer gewissen Grenze zu halten, und wird deshalb fast immer mit demselben vorgenommen. Dies Austrocknen muß mit großer Vorsicht stattfinden, wenn das Material nicht durch Reißen etc. beschädigt oder untauglich werden soll.

Vor allen Dingen ist dabei ein langsames Austrocknen zu empfehlen, so nämlich, daß, während die Verdunstung an der Oberfläche vor sich geht, die Feuchtigkeit aus dem Inneren in gehöriger Weise nachziehen kann. — Deshalb trocknen dünne Holzstücke (Bretter, Latten etc.) schneller und regelmäßiger als dicke (Balken, Stämme) und aus demselben Grunde wird das Holz in so dünnen Stücken getrocknet, als die spätere Verwendung gestattet. — Um zur Vermeidung des Reißen ein langsames Austrocknen zu bewirken, läßt man dem Stamm gewöhnlich die Rinde entweder ganz oder teilweise, indem man nur Ringe sitzen läßt oder in Schraubenlinien einen Rindenstreifen abschält (Bereppeln). Die Hirnseite wird dann sogar oft noch mit Papier beklebt oder gefirnist usw., um an dieser Stelle Kernrisse zu vermeiden. Statt des langsamen (monate- oder jahrelangen) Austrocknens wird in manchen Fällen ein schnelles Entfernen der Feuchtigkeit durch künstliche Erwärmung innerhalb einiger Stunden oder Tage vorgezogen, nicht nur wegen des Zeitgewinnes, sondern auch deshalb, weil das Austrocknen nicht so ungleichmäßig von statten geht.

Die Hilfsmittel sind in diesem Fall sehr verschieden. Während es bei kleinen Stücken genügt, dieselben in heißen Sand oder auf einen Ofen etc. zu legen, hat man bei größeren Gegenständen besondere Apparate<sup>1)</sup> für zweckmäßig gefunden.

Entweder schließt man das Holz in luftdicht verschlossene eiserne Gefäße ein, welche man vermittelst eines Dampfmantels allmählich bis auf 100° erhitzt und setzt dann zur Unterstützung der Verdunstung eine Luftpumpe mit denselben in Verbindung mit etwa 50 bis 75 mm Vakuum; oder man läßt in diese Gefäße so lange überhitzten Wasserdampf eintreten, bis das Austrocknen erfolgt ist.

Eine zweite einfachere Methode besteht in der Anwendung sogenannter Trockenkammern (Schwitzkasten). Diese bestehen in der Regel aus einem gemauerten, mit einem Gewölbe geschlossenen Raum, in den das Holz auf niedrigen Wagen eingeschoben oder in dem dasselbe gehörig aufgestapelt wird und der von einem zweiten Mauerwerk so umgeben ist, daß zwischen beiden ein hohler Raum bleibt, der von den brennenden Gasen einer Feuerung durchstrichen wird.

Umstehende Skizze (Fig. 3 und 4) stellt im Längenschnitte und im Grundrisse eine solche Einrichtung in der einfachsten Ausführung dar<sup>2)</sup>. A ist der innere Trockenraum, der bei B mit eisernen Türen verschlossen wird und von dem Hohlmantel c umgeben ist, der durch b mit einer Feuerung a und dann mit dem Abzug zum Schornstein d verbunden ist. Zum Wegsaugen des in A sich bildenden Wasserdampfes ist dieser Raum durch eine regulierbare Öffnung g über dem Boden ebenfalls mit d in Verbindung gebracht, während in der Tür eine Öffnung zum Eintritte atmosphärischer Luft vorhanden ist.

1) Mayer, Chem. Technologie des Holzes. Braunschweig 1872. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1888, S. 1043. — Dinglers Journ. 230, 133; 240, 497. — Publ. ind., Bd. 26, S. 497. — 2) Gottgetreu, Baumaterialien I, S. 385.

Der Raum A wird zweckmäßig 7,5 m lang, 2,6 m hoch und 2,6 m breit gemacht. Die Temperatur kann leicht auf 120<sup>0</sup> gebracht werden, namentlich wenn an jeder Langseite eine Feuerung a angelegt wird.

Die Zeit, welche zum Austrocknen erforderlich ist, ist sehr verschieden, und beträgt je nach der Größe der Holzstücke und Temperatur zwischen 12 Stunden und 3 Wochen.

Indem ein vorsichtig geleitetes Austrocknen das Holz später in genügendem Grade gegen Schwinden schützt, so kann doch das Quellen damit noch nicht

beseitigt sein, obschon die Erfahrung beweist, daß stark getrocknetes Holz weniger dem Quellen unterworfen ist als schwach getrocknetes. — Soll das Quellen unmöglich gemacht werden, so kann das erfahrungsgemäß in hohem Grade durch vollständige Beseitigung der vom Trocknen zurückbleibenden Saftbestandteile und eine solche Verstopfung der Poren geschehen, daß durch sie Feuchtigkeit nicht aufgesogen werden kann.

Die Entfernung der Saftbestandteile kann entweder auf mechanischem Wege durch Auspressen, Aussaugen etc. oder auf dem Wege der Auflösung oder Zerstörung erfolgen. Für den ersten Fall ist ernstlich vorgeschlagen, das Holz, in geeigneter Form vorbereitet (Bretter, Latten), einige Male durch Walzen gehen zu lassen, die allmählich etwas näher gestellt werden und in immer größer werdendem Drucke auf das Holz pressend einwirken. Dieses

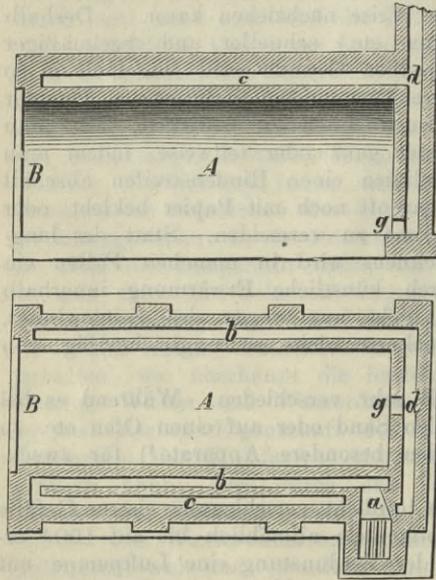


Fig. 3 und 4.

Verfahren ist wohl nicht geeignet, im großen nachhaltig zur Anwendung zu gelangen (wenngleich ein guter Erfolg nicht in Abrede gestellt werden kann), da nur ausgewähltes astfreies Holz dieser langwierigen und kostspieligen Prozedur unterworfen werden kann. — Dasselbe ist zu sagen von dem Vorschlag, den Saft mittelst einer Luftpumpe auszutreiben.

Die zweite Methode „vermittelt Auflösung des Saftes im Wasser und Entfernung dieser Lösung die Arbeitsfähigkeit des Holzes zu zerstören“, ist dahingegen sowohl wegen der Einfachheit als der Billigkeit des Verfahrens allgemein in Aufnahme gekommen. Man kann dabei drei Methoden wählen: 1. Auslaugen mit kaltem Wasser, 2. Auslaugen mit heißem Wasser, 3. Auslaugen mit Dampf.

Das Auslaugen mit kaltem Wasser, welches gewöhnlich auf die Weise vorgenommen wird, daß man das Holz in stehendes, besser fließendes Wasser wirft (günstige Einwirkung des Flößens) und darin mehr oder weniger lange Zeit (oft monatelang) liegen läßt, ist zwar die einfachste und billigste aber auch unvollkommenste Methode, weil sie nur sehr langsam und nicht genügend zum Ziele führt.

Bis zum Kochen erhitztes Wasser löst zwar mit großer Leichtigkeit die Safrückstände und ist deshalb ein sehr gutes Mittel zur Beseitigung derselben aus dem Holze, allein es dringt nur höchst langsam in das Holz ein und fordert

daher viel Zeit und Brennmaterial, wenn die Wirkung eine zufriedenstellende sein soll. Dieses Auslaugen (Kochen) findet Anwendung, wo es sich um Behandlung namentlich kleiner Holzteile handelt und wird dann in einfachen eingemauerten Kesseln vorgenommen. Auch in solchen Fällen, wo man eine größere Zahl gleicher Hölzer hat, wie z. B. bei der Herstellung von Eisenbahnwaggons, ist das Kochen in Gebrauch und wird dann in viereckigen hölzernen Bottichen, die mit entsprechenden Deckeln versehen sind, ausgeführt. Die Erwärmung des Wassers geschieht dabei zweckmäßig mit Dampf.

Das vorzüglichste Mittel zur Entfernung der Saftbestandteile ist der Wasserdampf, weil dieser nicht nur am schnellsten und tiefsten in das Holz eindringt, sondern auch die Auslaugung desselben am vollkommensten bewirkt. Diese Art des Auslaugens (Dämpfen) wird deshalb besonders dann angewendet, wenn nicht allein zur Verhinderung des Werdens etc., sondern auch zur Vermeidung schnellen Verfaulens die Säfte beseitigt und im letzteren Fall antiseptische Mittel an ihre Stelle gebracht werden sollen (wie z. B. bei Eisenbahnschwellen. Siehe hierüber den dritten Abschnitt). Zum Dämpfen selbst ist ein Apparat vorhanden, der aus mindestens zwei Teilen besteht, aus einem Dampferzeuger und einem Auslaugegefäße. Als Dampfentwickler kann man sich eines beliebigen Dampfkessels bedienen, der jedoch, da der Druck in demselben nur sehr gering zu sein braucht, von geringer Wandstärke sein darf, weshalb alte Dampfkessel zum Holzdämpfen gewöhnlich noch Verwendung finden können. — Das Auslaugegefäß ist sehr häufig aus Holz, mitunter aus Metall (alte Dampfkessel) konstruiert; seine Dimensionen sind zwar nach den vorliegenden Holzgrößen zu bemessen, aber in einem bestimmten Verhältnisse zu der Heizfläche des Kessels zu nehmen, wenn die Ausnutzung des Brennmaterials eine gute sein soll. Karmarsch gibt an, daß man auf ein qm Feuerfläche 40 cbm Inhalt des Kastens nehmen könne. — Auslaugegefäß und Kessel stehen durch ein Dampfrohr mit Regulierungshahn in Verbindung.

Das Holz wird in dem Dampfkasten so aufgestapelt, daß die Flächen möglichst frei liegen und die Zwischenräume recht klein werden. Bei runden Kesseln bedient man sich zweckmäßig eines Wagens, dessen Boden und Gestell sich an die zylindrische Gestalt des Kessels anschließen und der auf im Kessel liegenden kleinen Schienen bewegt wird.

Bei dem Dämpfen wird nun so verfahren, daß man den Dampf allmählich in den Kasten treten läßt, um eine langsame Erwärmung zu bewirken, wozu etwa 3 bis 6 Stunden gehören. Dann wird immer mehr und mehr Dampf zugelassen, bis nach etwa 12 bis 15 Stunden der volle Dampf eintritt, und dieser Zustand so lange erhalten, bis die anfangs entstehende, je nach der Holzart verschieden gefärbte Brühe verschwindet und statt ihrer klares Wasser durch einen zum Abfließen angebrachten Hahn abfließt. Bei dicken Hölzern dauert der ganze Prozeß etwa 60 bis 80 Stunden. In bezug auf die Temperatur des Dampfes ist zu bemerken, daß diese nicht über 100° sein darf, wenn nicht die durch das Dämpfen hervorgebrachten guten Eigenschaften des Holzes leiden sollen. Diese bestehen nämlich in einer erhöhten Härte und Festigkeit.

Nachdem der Saft auf irgend eine Weise aus dem Holze entfernt ist, kann man offenbar durch Verstopfung der dadurch entstandenen leeren Poren das Eindringen des Wassers von außen her unmöglich machen. Da diese Verstopfung aber auch zugleich die Haltbarkeit des Holzes erhöht und hauptsächlich sogar aus diesem Grunde Anwendung findet, so kann hier ebenfalls auf den dritten Abschnitt des Buches verwiesen werden.

Was endlich die gewaltsame Verhinderung der Formveränderung anbelangt, so kann man die Mittel dazu in zwei Kategorien bringen: die erste

Kategorie umfaßt solche, welche in Wirklichkeit eine Dimensionsveränderung durch entgegenwirkende Kräfte nicht zulassen und die zweite Kategorie solche, welche das Schwinden, Werfen etc. so über große Flächen verteilen, daß es nicht oder kaum bemerkbar wird.

Versieht man Holzstücke an entsprechenden Stellen mit eisernen Schienen, Platten usw. von genügender Stärke, so wird innerhalb einer gewissen Grenze eine Veränderung in der Größe derselben unmöglich gemacht. Solche Verstärkungen sind aber nur ausnahmsweise anwendbar und darum setzt man an Stelle der Metallstäbe solche aus Holz. Da diese sich jedoch ebenfalls selbst wieder verändern, so wird zwar keine absolute Beseitigung des in Rede stehenden Übels, aber doch eine für fast alle Fälle ausreichende herbeigeführt. — Da das Nähere hierüber in das Kapitel der Holzverbindungen gehört, so mögen hier nur als Beispiele Erwähnung finden: die Hirnleisten, Gratleisten, eingeschobenen Leisten an Reißbrettern, Formbrettern; das Rahmholz, die Friese bei Füllungen und Parkettböden.

Die Erfahrung zeigt, daß Holzstücke, welche z. B. durch Sägeschnitte geteilt, den organischen Zusammenhang verloren haben, nach einer Wiedervereinigung etwa durch Leimen ein geringeres Schwind- und Quellmaß besitzen, so daß man demnach schon einen Vorteil gewinnt, wenn man einen Holzgegenstand aus vielen Teilen zusammensetzt. Wenn dann bei einer Zusammenfügung vieler Teile gehörig auf den Lauf der Fasern Rücksicht genommen wird, z. B. daß bei Langholzverbindungen mit verschiedenen Holzlagen übereinander sich die Fasern kreuzen, so wird dadurch nicht allein ein geringeres Schwinden herbeigeführt, weil sich die einzelnen Teile gegenseitig durch ihr verschiedenes Schwindmaß daran hindern, sondern dasselbe auf große Fläche verteilt und dadurch den Augen fast entzogen. Aus diesen Gründen werden u. a. Billard- und solche Tische, deren Oberfläche möglichst unveränderlich sein soll, aus vielen Teilen zusammengesetzt.

Andere Beispiele liefern: Parkettböden, Getäfel (zur Wandbekleidung, an Möbeln etc.), Billardstöcke, Kattundruckformen, Gießerei-Modelle, Zeichenbretter, Schatullen usw. usw.

Hierher gehört auch das Verfahren Holzgegenstände aus einzelnen Stücken in der Weise zusammenzusetzen, daß die Richtung der Holzfasern mit den größten Dimensionen zusammenfällt, z. B. bei Gießerei-Modellen.

## Zweiter Abschnitt.

# Passive Werkzeuge.

Unter passiven Werkzeugen sind diejenigen Mittel zu verstehen, welche nicht unmittelbar eine Gestaltveränderung des Arbeitsstückes hervorbringen, sondern nur bei dieser Arbeit Unterstützung gewähren. Es gehören demnach in dieses Gebiet die Mittel zum Anfassen, Festhalten; Abmessen, Einteilen und Vorzeichnen.

## I. Mittel zum Anfassen und Festhalten.

Die Hilfsmittel zum Anfassen und Festhalten bilden häufig Teile anderer Werkzeuge, z. B. das Futter und der Support an der Drehbank, der Bohrkopf an dem Bohrgeräthe etc. Da diese Mittel am besten bei den betreffenden Vorrichtungen Platz finden, so kann es sich hier nur um diejenigen handeln, welche selbständige Werkzeuge bilden. Diese selbständigen Werkzeuge machen wegen der großen Verschiedenheit der Arbeitsstücke und weil es wenige der letzteren gibt, welche frei in der Hand zu halten sind, oder an und für sich, z. B. durch ihr Gewicht genügende Sicherheit für die Beibehaltung der Lage während der Bearbeitung bieten, einen bedeutenden und wichtigen Apparat aus.

### A. Zangen<sup>1)</sup>.

Zum Halten kleiner Gegenstände und namentlich in den Fällen, wo dies nur vorübergehend nötig ist, bedient man sich der Zangen, welche auf dem Prinzip des einarmigen oder zweiarmigen Hebels beruhen. — Nach dem ersten Prinzip sind namentlich diejenigen Zangen konstruiert, welche den Namen Pinzette (Federzange, Kornzange, Kluppzange, Pincette, Brucelle, Bercelle, *Corn-tongs*, *Tweezers*) führen. Dieselben bestehen aus zwei Metallstreifen (aus Stahl oder Messing) von etwa 15 cm Länge und auf  $\frac{2}{3}$  der Länge 1 cm Breite (das andere Drittel ist etwas verdickt und zugespitzt), die am Ende so miteinander durch Niete verbunden sind, daß die Spitzen auseinander federn. Durch einen Druck zwischen den Fingern nähern sich die Spitzen und fassen dadurch den Gegenstand. — Mitunter kann es zweckmäßig sein, die Pinzetten so einzurichten, daß sie ohne den Fingerdruck das Objekt festhalten; dies wird entweder dadurch erreicht, daß die Spitzen gegen einander federn

1) Dinglers Journal 279, 264.

und sich durch den Fingerdruck öffnen, oder dadurch, daß sie durch einen kleinen Schieber geschlossen werden.

Mancherlei Änderungen kommen außerdem noch für bestimmte Zwecke vor, z. B. gebogene Spitzen, Spitzen aus Elfenbein, Kork etc.

Auf dem Prinzip des zweiarmigen Hebels beruhen diejenigen Zangen, welche als Flachzangen (*Pincette plate*, *Plyer*, *Flat plyer*), Schmiedezangen (*Tenaille*, *Pince de forgeron*, *Tongs*, *Smith-tongs*) usw. dazu bestimmt sind, größere Arbeitsstücke mit Hilfe der Hand zu halten. Sie bestehen aus zwei, bei kleineren Zangen durcheinander gesteckten, bei größeren übereinander gelegten um einen Stift (Bolzen) drehbaren Stangen; deren längere Enden (Griffe, Schenkel) mit der Hand gefaßt und gegeneinander gedrückt werden; dadurch nähern sich auch die andern kürzeren Enden (Backen), welche zusammen das Maul (*Mors*, *Bit*, *Chop*) bilden, und greifen das Arbeitsstück. Fig. 5 und 6 stellen eine Flachzange dar. Man erkennt leicht in *aa* die Stangen, in *b* das Maul und in *c* den Stift, um den sich die Stangen drehen. Zum bequemen

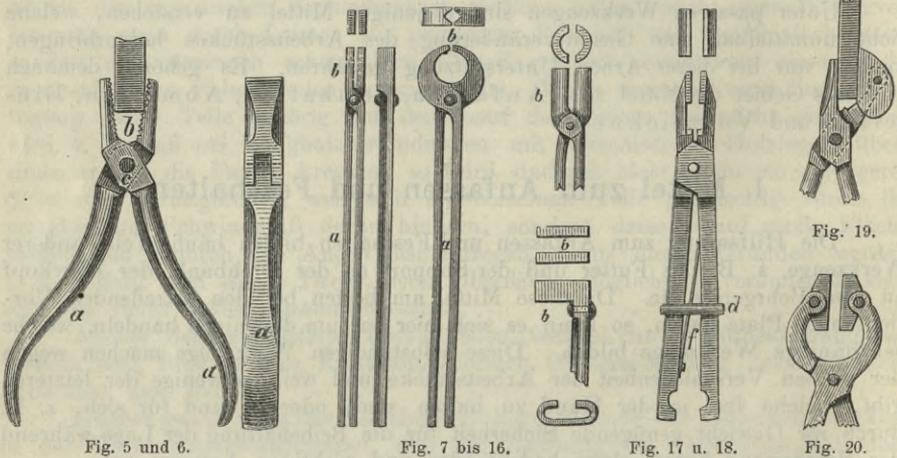


Fig. 5 und 6.

Fig. 7 bis 16.

Fig. 17 u. 18.

Fig. 19.

Fig. 20.

Halten in der Hand sind die Stangen gewöhnlich gebogen und zum festeren Halten des Arbeitsstückes die aus Stahl gebildeten Maulflächen durch Meißeliebe gekerbt.

Die Schmiedezangen, welche vom Schmiede dazu gebraucht werden, die glühenden Eisenstücke aus dem Feuer zu holen, gehören ebenfalls zu der eben beschriebenen Gattung von Zangen. Sie besitzen wie Fig. 7 bis 15 zeigen, ein kurzes Maul *b* und lange Stangen *a*, welche gerade und übereinandergelegt sind. Das Maul der Schmiedezangen ist übrigens je nach dem Arbeitsstücke sehr verschieden gebildet, sowohl in der Längenerstreckung als im Querschnitt, wie obenstehende Fig. 8 bis 15 zeigen, in denen Fig. 9, 11, 13 und 15 die Aufsicht auf das Maul darstellen. Die Zange Fig. 10, 11 dient zum Halten von quadratischen, Fig. 12 und 13 von runden, Fig. 14 und 15 von breiten, flachen Stücken.

Wenn die Zangenschenkel lange Zeit hindurch in der Hand gehalten werden müssen, so ermüdet die letztere leicht, namentlich bei schweren Arbeitsstücken, wenn sie außerdem noch unaufhörlich, wie beim Schmieden sich bewegen muß. In solchen Fällen klemmt man die Schenkel durch übergeschobene Klammern oder Ringe zusammen. Eine solche Klammer für Schmiedezangen

ist in Fig. 16 gezeichnet. — Die kleineren Handzangen erhalten in dem Fall gewöhnlich die Form, wie sie aus Fig. 17, 18 (S. 52) ersichtlich ist und werden Schiebzangen (*Tenaille à boucle*, *Pin-tongs*, *Sliding tongs*) genannt. Damit beim Losschieben des Ringes *d* die Schenkel sich von selbst öffnen, ist bei *f* noch eine kleine Blattfeder angebracht. Oft werden die Maulflächen nach den Seiten hin bedeutend verlängert, um breitere Gegenstände fassen zu können, wodurch die Benennungen schmalmaulige (*Slide plyer*) und breitmaulige (*Slide vice*) Schiebzangen entstehen.

Aus der Zeichnung in Fig. 5 erkennt man, daß bei einer bestimmten Öffnung des Maules, d. h. also bei einer gewissen Dicke des zu fassenden Stückes die Maulflächen nicht mehr parallel stehen, sondern bei dünnen Stücken nach dem Drehbolzen divergieren, bei dickeren dahin konvergieren. Diese Stellung, unter einem Winkel größer oder kleiner als  $180^\circ$ , hat den Übelstand zur Folge, daß das Arbeitsstück, wenn es nicht keilförmig ist, wenigstens an einer Seite nur an einer Kante und demnach höchst unsicher gehalten wird, und daß sich dasselbe bei entsprechend großem Winkel aus dem Maul herauschiebt. Um diesem Übelstande abzuhelpen, sind Zangen konstruiert, bei denen sich die Maulflächen stets parallel stellen (Parallelzangen)<sup>1)</sup>. Man hat diesen Zweck auf verschiedene Weise erreicht, z. B. dadurch, daß der eine Backen besonders drehbar angeordnet wird (Fig. 19), oder daß beide Backen sich drehen (Fig. 20), oder daß beide Backen besondere Führungen zur Parallelstellung erhalten. — Zum Festhalten runder Gegenstände (Röhren etc.) dienen besondere Zangen (Rohrzangen)<sup>2)</sup>, an welchen wenigstens die eine Maulfläche rund oder im Winkel gebogen ist ( $\Delta$ ).

## B. Schraubzwingen, Leimknechte, Pressen<sup>3)</sup>.

Bei einer großen Zahl von Arbeiten müssen die Arbeitsstücke lange Zeit in einer bestimmten Lage erhalten werden, z. B. zum Zusammenleimen von Holzgegenständen, beim Feilen, Hobeln usw. oder doch kräftiger angefaßt werden, als dies mit Hilfe der Zangen (Schiebzangen nicht ausgenommen), möglich ist. Man setzt dann auch an Stelle der Menschenkraft als Kraftquelle mechanische Hilfsmittel, namentlich den Keil und die Schraube und konstruiert daraus in Verbindung mit dem Hebel eine ganze Reihe wichtiger Werkzeuge.

Das einfachste Werkzeug in dieser Reihe ist die Schraubzwinde (Presse à main, Presse à serrer, *Screw-clamp*, *Cramp*, *Holdfast*) (Fig. 21). Dieselbe

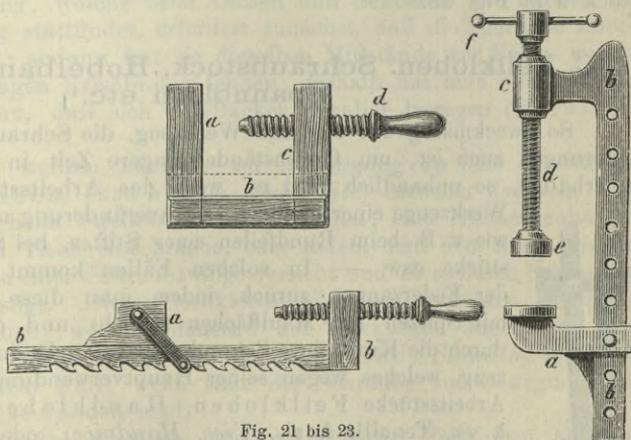


Fig. 21 bis 23.

1) Mitt. d. Hann. Gew.-Ver. 1857, S. 271, 1861, S. 238. — 2) Dinglers Journ. 232, 31; 247, 322. — 3) Engineer, 1870, S. 103. — Dinglers Journ. 237, 249; 243, 290; 260, 257; 281, 249.

besteht entweder aus drei rechtwinklig miteinander verbundenen Holz- oder Metallstücken a, b, c oder aus einem hufeisenförmig gebogenen Stücke, wovon eines der beiden freistehenden Teile a oder c eine Mutter zur Aufnahme einer Schraube d besitzt, welche angezogen das Arbeitsstück aufs Kräftigste faßt. — Da hierbei a und c auseinander gedrängt werden, so ist für eine sehr feste Eckverbindung zu sorgen, weshalb man wohl, wenn die Zwingen aus Holz gemacht werden, eiserne Winkelstücke anbringt. — Erlaubt es der Platz, so ist es zweckmäßig, durch die beiden Schenkel a und c einen starken Draht zu ziehen, wie die punktierte Linie in Fig. 21 andeutet, weil dadurch der Druck von dem Stücke b aufgenommen wird. — Aus demselben Grunde konstruiert man wohl die Zwinde aus zwei losen Holzstücken und zwei Schrauben.

Da die Schraubzwingen hauptsächlich beim Zusammenleimen von Holzstücken gebraucht werden (woher der Name Leimzwinde) und diese in den mannigfaltigsten Dimensionen vorkommen, so werden sie ebenfalls in vielen Größen angefertigt. Die größte Gattung, welche den Namen Schraub- oder Leimknecht (Serre-joints, Sergent, Sergoint, *Cramp*, *Ship-cramp*) führt, ist indes in der Regel dadurch für mehrere Größen passend eingerichtet, daß der eine Schenkel a sich an bc verschieben und durch Keile, Bügel, Stifte oder Klemmung (Fig. 22 und 23) feststellen läßt. Eiserne Leimknechte werden zweckmäßig so angeordnet, wie Fig. 23 zeigt. Die Schraube d hat einen Kopf e, in dem sie sich dreht, um das Eindringen ins Holz zu vermeiden, und einen Schlüssel f zum kräftigeren Anziehen. Das Stück a ist zur Aufnahme des Mittelstückes b mit einem rechtwinkligen Loch versehen und wird von einem Durchsteckstifte festgehalten.

Schließt man bei einer Schraubzwinde die offene Seite dadurch, daß man zwischen a und c ein zweites mit b paralleles Stück einfügt, so entsteht daraus ein geschlossener Rahmen (die Presse), welche übrigens oft mehrere Schrauben (3 bis 5) nebeneinander bekommt und bei der das, den Schrauben gegenüberliegende Stück ebenso auf beiden Stangen verschiebbar gemacht wird, wie das Stück a in Fig. 23.

### C. Feilkloben. Schraubstock, Hobelbank, Stehknecht, Spannblech etc.<sup>1)</sup>

So zweckmäßig das einfache Werkzeug, die Schraubzwinde mit ihren Abänderungen auch ist, um Gegenstände längere Zeit in einer bestimmten Lage zu erhalten, so unhandlich wird es, wenn das Arbeitsstück mit dem haltenden

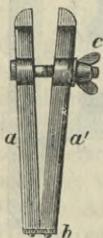


Fig. 24.

Werkzeuge einer häufigen Lagenveränderung unterworfen werden muß, wie z. B. beim Rundfeilen eines Stiftes, bei Schnitzeln kleiner Holzstücke usw. — In solchen Fällen kommt man auf das Prinzip der Federzangen zurück, indem man diese sehr stark baut, statt mit Spitzen mit Maulflächen versehen und den zarten Fingerdruck durch die Kraft einer Schraube ersetzt. Dadurch entsteht das Werkzeug, welches wegen seiner Hauptverwendung beim Abfeilen kleiner Arbeitsstücke Feilkloben, Handkloben (*Étau à main*, *Pince à vis*, *Tenaille à vis*, *Vice*, *Handvice*), oder auch, wenn es wegen seiner Kleinheit mit einem Stiel versehen werden muß, Stielkloben (*Étau à queue*, *Tail vice*) genannt wird. Ein Feilkloben einfachster Art ist in Fig. 24 dargestellt. Zwei halbrunde oder flache Holzstücke a, a' werden an einem Ende durch eine Blattfeder b so miteinander verbunden,

<sup>1)</sup> Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1840, S. 516. 1856, S. 23. — Masch.-Konstr. 1870, S. 107. — Dingers Journ. 195, 227; 228, 401; 257, 350; 279, 265.

daß das andere Ende aufklafft und durch eine Schraube *c* mit Flügelmutter zum Fassen des Arbeitsstückes zusammengedrückt werden kann.

Ein Stielkloben aus Metall mit Holzstiel ist in Fig. 25 vor Augen geführt und ohne weiteres verständlich.

Soll ein Gegenstand mit Feilkloben sehr kräftig und sicher gehalten werden, so ist die nachgiebige Verbindung der beiden Teile durch eine Feder *f* (Fig. 25) unstatthaft, weshalb denn an Stelle dieser Feder ein Scharnierbolzen als Verbindungsstück und zum selbsttätigen Öffnen eine Blattfeder zwischen den beiden Schenkeln angebracht wird. Diesen allgemein gebräuchlichen Feilkloben zeigt Figur 26, in welcher *bb* die beiden Backen bedeuten, die bei *a* das Maul bilden, dessen Flächen aus aufgeschweißten und durch Hiebe rau gemachten Stahlplatten bestehen und wie bei den Schiebzangen entweder schmal oder breit sind (schmalmaulige und breitmaulige Feilkloben). — Auch diese Feilkloben mit Scharnierbewegung sind sehr oft mit einem Stiel, Fig. 27, versehen, der an dem einen Backen sitzt und diesen gewissermaßen über den Drehbolzen hinaus verlängert. Da die schmalmauligen Stielkloben hauptsächlich zur Bearbeitung von Draht dienen, so sind sie fast immer in der Achse mit einem Kanal versehen, welcher durch die Schraube und durch den Stiel geht (Fig. 25), um lange Drahtstücke *dd*<sub>1</sub> einschieben zu können. Aus demselben Grunde hat das Maul an betreffender Stelle kleine Einschnitte.

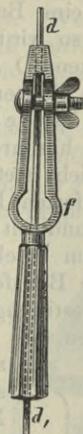


Fig. 25.

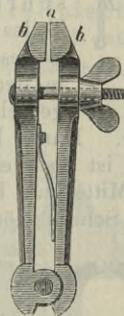


Fig. 26.



Fig. 27.

Die Bogenbewegung, welche beim Öffnen und Schließen der Backen am Feilkloben mit Scharnier stattfindet, erfordert zunächst, daß die Schraube durch eine ovale Öffnung geht; sodann hat sie dieselben Mißstände zur Folge, welche schon oben bei den Zangen Erwähnung fanden; deshalb hat man ebenfalls die Feilkloben so konstruiert, daß sich die Backen parallel bewegen (Parallelfeilkloben).

Große Feilkloben werden mitunter zur Befestigung an dem Werkische eingerichtet (Tischkloben, *Étau à table*, *Table-vice*) entweder dadurch, daß man an der Stelle, wo beim Stielkloben der Stiel sitzt, eine Holzschraube anbringt und diese in den Tisch einschraubt, oder indem man den einen Backen mit einer Platte oder mit einer Schraubzwinde versieht und diese durch Schrauben an der Tischkante befestigt. Diese Tischkloben bilden dadurch den Übergang zu demjenigen Werkzeuge, welches dauernd am Werkische angebracht und Schraubstock (*Étau*, *Étau d'établi*, *Vice*, *Bench-vice*, *Standing-vice*) genannt wird, auch in dem Fall, wenn statt der Schraube zur Bewegung der Backen andere Organe vorhanden sind.

Der Schraubstock, den man als einen vergrößerten Feilkloben ansehen kann, bildet deshalb für den Metall- und zum Teil auch für den Holzarbeiter ein so wichtiges Werkzeug, weil er nicht nur durch seine feste Stellung am Werkische (*Bank*, *Établi*, *Bench*) dem gefaßten (eingespannten) Arbeitsstücke eine feste Lage und infolgedessen beide Hände des Arbeiters frei gibt, sondern auch, weil er durch verschiedene Größen und Konstruktionen und mit Hilfe einiger Nebenwerkzeuge für fast jedes Arbeitsstück passend gemacht

werden kann. Im wesentlichen besteht ein Schraubstock aus zwei Teilen, wovon der eine an der Bank befestigt und der andere gegen den ersten entweder im Bogen oder parallel zu sich selbst verschiebbar ist. Dieser Teil ist dem Arbeiter zugewendet. Die oberen Enden beider Teile heißen Backen (Mâchoires, *Jaus*) und die zwischen ihnen gebildete Öffnung das Maul (Mors, Chap, Chop, *Mouth*). — Wenn nun, wie

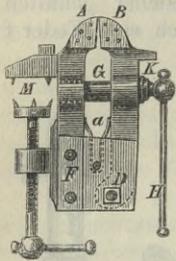


Fig. 28.

es am häufigsten angetroffen wird und in Fig. 28 dargestellt ist, der eine Backen B sich im Bogen gegen den anderen A bewegt, so wird die Verbindung beider Teile mit Hilfe eines Drehbolzens D hergestellt, der durch zwei an dem festen Teil sitzenden Platten F, welche die Flasche (Jumelles) (Flaschenschraubstock) bilden, und den unteren Teil des zweiten Teiles B hindurchgesteckt wird. — Die Bewegung des Backens B geschieht stets durch eine Schraube G, welche eine Mutter in dem festen Backen A findet, vermittelst des Schlüssels B gedreht und mit einem ungelegten Bund K gegen den Backen H gepreßt wird. Damit beim Rückdrehen der Schraube der Backen B ebenfalls zurückkehrt, ist noch eine Blattfeder a angebracht, welche in der Flasche festsetzt. Als Mittel zur Befestigung des Schraubstockes mit der Werkbank kann bei kleinen Schraubstöcken bis zum Gewicht von 2 bis 3 kg eine Schraubzwinde angewendet werden, die in der einfachsten Form so eingerichtet ist, wie Fig. 28 bei M zu erkennen gibt; größere Schraubstöcke bedürfen jedoch einer solideren Befestigung, weil sie oft sehr schwere Gegenstände festhalten und außerdem noch den bei deren Bearbeitung unvermeidlichen Druck oder Schlag aufnehmen müssen. Sie erhalten daher zunächst einen eisernen bis auf den Fußboden gehenden und in einen Klotz gesteckten Fuß P, Fig. 29, und dann noch ein mit dem festen Backen durch Keile oder Schrauben verbundenes Eisenstück N (Schere, Patte, *Patten*), welches auf der Werkbank festsetzt und dessen einfachste Anordnung Fig. 31 zeigt.

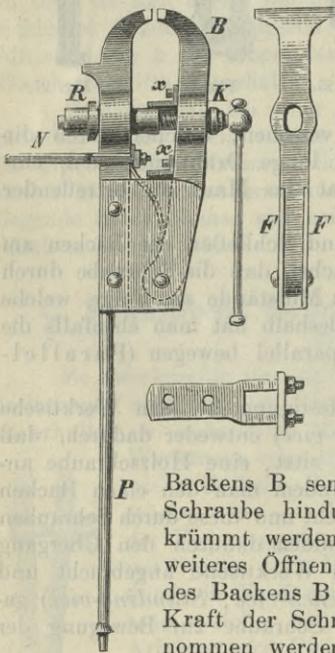


Fig. 29 bis 31.

Besondere Sorgfalt ist auf die Einrichtung der Schraube, die beide Backen gegeneinander bewegen soll, zu verwenden. Beim Öffnen des

Backens B senkt sich offenbar die Öffnung, durch welche die Schraube hindurchgeht, und wird, da die Schraube nicht gekrümmt werden kann, sehr bald zu einem Hindernisse für ein weiteres Öffnen. Gleichzeitig wird dabei, da die vertikale Linie des Backens B sich neigt, der Übelstand eintreten, daß die ganze Kraft der Schraube nur von der Kante des Bundes K aufgenommen werden muß. Würde man nun, um Spielraum für die Schraube zu gewinnen, das Loch in dem Backen B länglich machen, wie Fig. 30 angibt, so wäre damit dem zweiten Übelstande

noch nicht abgeholfen, indem dieser nur dadurch vollständig beseitigt werden kann, daß die Schraube eine kippende Bewegung erhält. Deshalb liegt auch das Muttergewinde nicht fest in dem Backen A, sondern beweglich in einem Rohre R (Hülse, Boite, *Box*), das sich zweckmäßig mit zwei runden an den zwei gegenüber liegenden Seiten sitzenden Erhöhungen, Fig. 29, gegen den

Backen legt und durch eine daran sitzende Leiste am Mitdrehen verhindert wird. — Zum Schutze der Schraube gegen das Einfallen von Spänen etc. wird mitunter die Hülse so lang gemacht, daß sie an den beweglichen Backen reicht, Fig. 28; einfacher erreicht man aber den Zweck durch kleine Blechdächer x, Fig. 29.

Der Flaschenschraubstock besitzt wie die Feilkloben und Zangen den Übelstand, daß nur bei einer Stellung die Maulflächen parallel stehen und das Arbeitsstück in der ganzen Breite fassen. Wenn auch dieser Übelstand sich innerhalb einer gewissen Grenze (um die mittlere Stellung herum) wenig fühlbar macht, so tritt doch bei dickeren Gegenständen die Unbrauchbarkeit des Schraubstockes mit Bogenbewegung bald ein. Dann setzt man an Stelle der Bogenbewegung eine Parallelbewegung, wodurch der Parallelschraubstock (*Étau parallèle*, *Étau mouvement à parallèle*, *Parallel vice*)<sup>1)</sup> entsteht.

Die Zahl der verschiedenen Anordnungen der Parallelschraubstöcke ist so außerordentlich groß, daß hier nur diejenigen besprochen werden können, an denen das Prinzip für die Backenbewegung, soweit dasselbe praktisch zur Geltung gekommen ist, erklärt werden kann. Die gewöhnlichste Anordnung ist die mit der Schraube und aus Fig. 32 zu erkennen. Der Backen A bildet mit der Konsole D und der Grundplatte E ein Stück und wird durch dieses mit der Werkbank mittelst Schrauben verbunden. Der Backen B gleitet dahin- gegen in Nuten der Platte E. Nun ist die Schraube so durch A geführt, daß sie sich wohl drehen, aber nicht verschieben kann. Da die Mutter dieser Schraube sich aber in B befindet, so wird sich dieser Backen durch Drehung der Schraube auf E parallel zu sich selbst bewegen. — Bei einigen Schraubstöcken ist umgekehrt der Backen A beweglich und B fest; doch möchte die erste Konstruktion vorzuziehen sein.

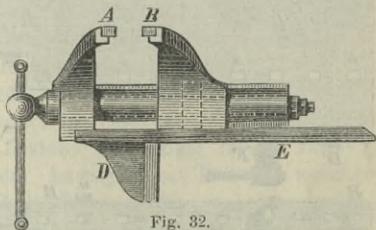


Fig. 32.

Statt der Schraube, welche sowohl die Bewegung als die Feststellung des Backens bewirkt, hat man verschiedene Einrichtungen eronnen, um das lang-

wierige Öffnen und Schließen des Schraubstockes schneller vollziehen zu können. Unter diesen sind bemerkenswert: eine Sperrstange, an welcher der bewegliche Backen durch einen Sperrkegel gehalten wird mit einer kurzen Schraube zum Anziehen; und für kleine Arbeiten eine Sperr- oder Klemmvorrichtung mit verzahnter Stange und einem Kniehebel. Ein Schraubstock letzterer Art (nach dem Patent Stephens) ist in Fig. 33 abgebildet. Er besteht zunächst aus den beiden Teilen A und B, wovon A als Unterlegplatte mit der Werkbank fest verbunden ist. Von den beiden Backen D und E ist D mit dem Handgriff H verschiebbar und zwar in der Hülse F, die einen Teil von E ausmacht, so daß

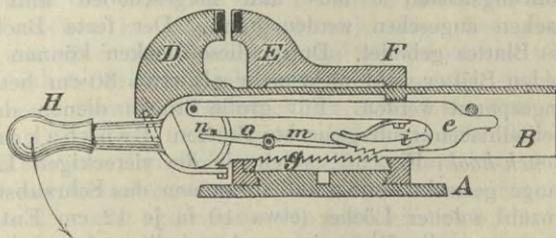


Fig. 33.

1) Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1856, S. 21, 1859, S. 306, 1860, S. 307, 1868, S. 1874. — Dingers Journal 187, 190 u. 191; 188, 103; 247, 320; 259, 539; 954, 283; 279, 266.

die Maulflächen stets parallel bleiben. Es wird nach dieser Verschiebung und dem Einlegen des Arbeitsstückes das Festklemmen durch einen Hebel *e* bewirkt, der ein mit kleinen Verzahnungen versehenes Stahlstück *i* gegen ähnliche festliegende Einkerbungen *g* anpreßt. Es ergibt sich aus der Zeichnung, daß beim Abwärtsdrehen des Handgriffes *H*, die damit verbundene Scheibe *d* das Stück *e* auf *i* derart zur Wirkung bringt, daß ein kräftiges Anziehen des Backen *D* gegen *E* erfolgt, während in der gezeichneten Lage das Stück *B* sich ganz frei bewegen kann. Die auf *i* wirkende Feder wird vermöge des Anstoßstiftes *n* durch den Hebel *om* in und außer Tätigkeit gesetzt.

Eine eigentümliche aus Zweckmäßigkeitsgründen hervorgegangene Art von Parallelschraubstock ist die für Holzarbeiter unentbehrliche, namentlich auch für große Stücke bestimmte Anordnung, welche wegen der besonders häufig darauf vorgenommenen Arbeit des Hobelns die *Hobelbank* (*Établi*, *Bench*, *Planing-bench*) genannt wird. Dieselbe besteht, wie aus Fig. 34 und 35 hervorgeht, aus einem transportablen hölzernen Werk-tische, dessen Platte *B* (Blatt, Table, *Table*) auf einem Gestelle liegt, und an der sich zwei Einspannvorrichtungen *C*, *D* (Zangen, Presse, *Bench screw*) befinden, deren wesentlicher Teil die durch einen Schlüssel drehbaren hölzernen Schrauben *E*, *F* sind. Die bei *C* liegende Zange (Hinterrzange, Presse de derrière, *End screw*) besteht aus dem Holzklötz *a*, welcher durch die Schraube *E*, deren Mutter

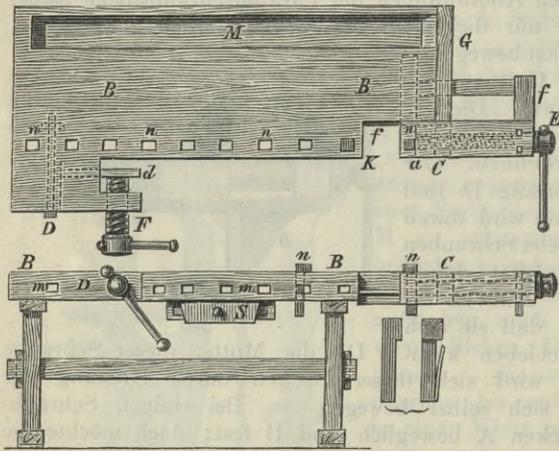


Fig. 34, 35 und 36.

in dem an der Bank fest-sitzenden Stücke *G* sich befindet, mit den aus der Zeichnung erkennbaren Führungsleisten *f* hin- und hergeschoben und daher als ein beweglicher Backen angesehen werden kann. Der feste Backen wird von der Kante *K* des Blattes gebildet. Durch diese Backen können aber, da die Entfernung der beiden Blätter wohl nicht mehr als etwa 30 cm betragen darf, nur kleine Stücke eingespannt werden. Für große Stücke dienen deshalb viereckige eiserne mit Meißelhieben rauh gemachte Stützen (Bankhaken, Bankeisen, *Mentonnet*, *Bench-hook*) Fig. 36, welche in die viereckigen Löcher *n* des Blattes und der Zange gesteckt werden und zusammen das Schraubstockmaul bilden. Die größere Anzahl solcher Löcher (etwa 10 in je 12 cm Entfernung) läßt dabei das Anpassen an die Dimensionen des vorliegenden Arbeitsstückes zu. Zweckmäßig ist es auch, an der Vorderkante des Blattes Bankeis Löcher *m* anzubringen, um flache Stücke mit der Kante nach oben einspannen zu können. Gewöhnlich dient jedoch hierzu die an der Vorderkante bei *D* sitzende Zange (Vorderzange, Presse de devant, *Side screw*), die wesentlich nur eine Schraubzwinde ist, indem das Arbeitsstück von der Schraube *F* durch ein verschiebbares Brett (Zangenbrett) *d* gegen die Platte gepreßt wird. Die zwei Zangen machen die Hobelbank zu fast allen Holzarbeiten geeignet, bei denen ein Festhalten des Arbeitsstückes erforderlich ist, namentlich wenn noch einige Nebenteile hinzugefügt werden. Dazu gehört z. B. der sog. Knecht, Bankknecht,

Stehknecht (Servente, Valet de pied, *Support-stock*). So nennt man eine auf einem Holzkreuz aufrecht stehende 750 bis 900 mm lange Stange mit einem daran verschiebbaren Klotz, der wie bei dem Schraubknecht durch Keile oder Hängen festgestellt werden kann, zur Unterstützung langer Holzstücke, die in der Hinterzange eingespannt sind. Zu der Hobelbank ist endlich noch zu bemerken, daß das Blatt oben an der hinteren Kante eine lange Vertiefung M (Beilade) und unten eine Schieblade S zur Aufnahme von Werkzeug bekommt. —

Der oben beschriebene Schraubstock (sowohl der gewöhnliche Flaschenals der Parallelschraubstock) hat für manche Fälle noch Änderungen und Verbesserungen erfahren, die hier eine kurze Erwähnung verdienen. — Zunächst eignen sie sich nicht zum Einspannen keilförmiger Arbeitsstücke. Um sie auch hierfür einzurichten, hat man unter anderem den einen Backen als ein besonderes Stück angefertigt und mit einem runden Zapfen in ein entsprechendes Loch des festen oder beweglichen Teils gesteckt, so daß er sich beim Anziehen der Schraube ohne weiteres an das keilförmige Arbeitsstück anschmiegt. — Als ein zweites höchst zweckmäßiges Mittel ist der in Fig. 37 gekennzeichnete Apparat noch anzuführen, der ein Ergänzungsstück zu dem in Fig. 33 dargestellten Schraubstocke bildet. Derselbe wird an dem beweglichen Backen

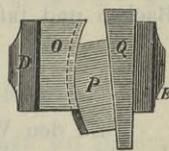


Fig. 37.

D durch eine Klemmschraube befestigt und besteht aus einem festen Teil O, der sich an den Backen D anlegt, und einem beweglichen Teil P, welcher kreisförmig abgerundet ist und mit diesem Zylinderabschnitt an einer zylindrischen Hohlfläche des Stückes O hingleiten kann, so daß es sich ebenfalls an die schräge Fläche des keilförmigen Arbeitsstückes Q anschmiegt, wenn sich das letztere mit der zweiten Fläche an den festen Backen E anlegt. Das Herausfallen des Stückes P aus O wird durch eine Schwalbenschwanznut verhindert.

Um ein Arbeitsstück leicht von beiden Seiten besehen und bearbeiten zu können, wird der Schraubstock nicht allein mitunter um eine vertikale Achse drehbar, sondern auch um einen horizontalen Bolzen zum Umkippen in der Vertikalebene, eingerichtet. — Ein Beispiel von Horizontaldrehung liefert z. B. der Schraubstock Fig. 33, indem das Stück B sich im Kreise auf A drehen läßt. — Bei kleinen Schraubstöcken ist eine möglichst vielseitige Bewegung dadurch leicht zu erreichen, daß man die Befestigung des Schraubstockes mit der Zwinde durch ein Kugelgelenk herstellt. Es gibt zwar Schraubstöcke, welche alle genannten Vorteile vereinigen: Parallelschraubstock mit beweglichen Backen zum Schiefstellen und um eine Vertikal- und Horizontalachse drehbar (*Universalschraubstock*)<sup>1)</sup>, allein ihre Kompliziertheit macht sie kostspielig und leicht zerstörbar, weshalb sie nur ausnahmsweise z. B. von Graveuren, Siegelstechern etc. benutzt werden. — Um aber andererseits den gewöhnlichen Schraubstock für viele Fälle brauchbar zu machen, bedient man sich einzelner Nebenteile, die in das Schraubstockmaul gelegt werden, entweder um keilförmige, oder runde oder solche Stücke einspannen zu können, deren Oberfläche keine Eindrücke der Maulzähne erhalten dürfen; die Nebenteile heißen ebenfalls Backen, wenn sie aus Blei oder Holz in der Form eines  $\square$  hergestellt sind und auf die Maulflächen geschoben werden, oder Spannbleche (Mordache, *Clamp*, *Vice clamp*), wenn sie aus im Winkel  $\square$  gebogenen Blechstücken aus Kupfer, Blei,

1) Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1867, S. 212. — Scientific American 1870, S. 375, 1871, S. 86. — Mechanics Magazine, 1872, S. 261. — Dinglers Journal 202, 109; 209, 11; 210, 93.

Messing bestehen und mit einer Uförmigen Feder so vereinigt sind, daß sie sich stets an die Maulflächen des Schraubstockes anlehnen (Fig. 38). Mitunter



Fig. 33.



Fig. 39.

spannt man die Arbeitsstücke mit Hilfe einer Art Feilkloben ohne Schraube ein. Hat derselbe ein schräges Maul (Fig. 39), so eignet er sich dazu, eingespannte Gegenstände durch Abfeilen mittelst horizontal geführter Feilen mit schrägen Kanten zu versehen (Abreifen; Reifkloben, Mordache à chamfrein, *Chamfer clamp*). Desgleichen ist, namentlich für dünne Gegenstände, das sogenannte Feilholz sehr bequem, welches aus zwei etwa 12 cm breiten und 1 cm dicken Holzbrettchen besteht, die an einem Ende so zusammengenagelt sind, daß sie am anderen Ende etwas aufklaffen. Mit letzterem Ende liegt es zwischen den Schraubstock-Backen und faßt das Arbeitsstück.

#### D. Fügebock, Schnitzelbank.

Zu den Werkzeugen zum Festhalten sind hier endlich noch aufzuführen: der Fügebock und die Schnitzelbank (Chevalet). Der Fügebock besteht aus zwei vertikalen Holzstöcken, welche unten durch einen Fuß und etwa in der halben Höhe durch ein Querstück so verbunden sind, daß die Figur  entsteht. Die obere gabelförmige Öffnung nimmt z. B. Bretter, auf der hohen Kante stehend, zum Abhobeln (Fügen) auf, die durch eingetriebene Keile oder eine Schraube festgeklammt werden. — Die Schnitzelbank wird gebildet aus einem horizontalen Bock, auf dem der Arbeiter gespreizt sitzt, und aus einem, durch diesen Bock gehenden vertikalen Holzstücke, das um einen Bolzen im Bock schwingt und durch einen Druck des Arbeiterfußes gegen das herabhängende Ende mit dem oberen knieförmigen Ende gegen eine Stütze preßt und dadurch das Arbeitsstück in einer Art Maul wagerecht festklammt.

## II. Mittel zum Ab- und Nachmessen, Einteilen, An- und Vorzeichnen<sup>1)</sup>.

Es gibt wenig Erzeugnisse des Metall- oder Holzarbeiters, welche von willkürlicher Größe und Gestalt sind und daher nach dem Augenmaß gearbeitet sein dürfen. Bei fast allen Gegenständen vielmehr müssen bestimmte Dimensionen und Formen eingehalten, und diese durch Abmessen, Vorzeichnen und Nachmessen erreicht werden. Wegen der außerordentlichen Verschiedenheit der Arbeitsobjekte und der mit der Ausführung verbundenen Genauigkeit, ist die Zahl der zu dieser Meß-Arbeit bestimmten Werkzeuge ebenfalls außerordentlich groß.

#### A. Maßstäbe.

Zum Abmessen und Nachmessen solcher Dimensionen, welche von einer geraden Linie bestimmt werden, ist natürlich ein ebenfalls gerader Stab das am nächsten liegende Mittel. Dieser Stab (Maßstab, Échelle, Règle, Mètre, *Scale*, *Rule*) ist an der Oberfläche mit Einteilungen nach dem landes-

<sup>1)</sup> Ztschr. d. V. d. I. 1903, S. 1076, 1379, 1456. — Dinglers Journ. 255, 226; 289, 51, 150; 292, 1, 34, 57, 79; 309, 28, 41, 63.

üblichen Längenmaß (Meter, Fuß, Zoll, [Zollstab, Zollstock]) versehen, welche durch entsprechende Zahlen markiert werden, wodurch derselbe einen hohen praktischen Wert bekommt. Um lange Maßstäbe transportabel zu machen, werden sie aus einzelnen Gliedern zusammengesetzt, welche durch Scharniere verbunden und zusammenlegbar sind (Gelenkmaßstab, *Mètre pliant*). Sehr lange Maßstäbe stellt man aus biegsamem Material her (Band), das sich aufrollen läßt (Meßband, Rollmaß, *Mesure en ruban*, *Measuring tape*, *Tape-measure*). Das Material zu den gewöhnlichen Maßstäben ist hartes Holz (Buchsbaum), bei vielen auch Eisen oder Stahl. Gelenkmaßstäbe aus dünnem Stahlband oder Fischbein haben mit dem Bandmaß den Vorteil der großen Biegsamkeit, wodurch beide geeignet werden, sich zum Zwecke des Messens an runde Flächen (Zylinder etc.) anlegen zu lassen. Die auf dem Maßstabe vorhandene Teilung gestattet auch sogleich die Einteilung einer gegebenen Linie.

## B. Zirkel, Drahtlehren, Dick- und Hohlmesser <sup>1)</sup>.

Ist die Entfernung zweier Punkte zu messen, zwischen denen ein Hindernis für das Auflegen eines geraden Stabes vorhanden ist, so muß man durch ein Zwischenmittel die Entfernung abzunehmen und dann mit Hilfe des Maßstabes zu bestimmen suchen. Als solches Mittel ist der bekannte Zirkel (*Compass*, *Compasses*, *Plain-Compasses*) vorzüglich zu gebrauchen, namentlich wenn derselbe für einige andere Fälle modifiziert wird.

Der gewöhnliche Zirkel (Fig. 40) des Metall- und Holzarbeiters ist seiner Bestimmung gemäß sehr kräftig gebaut, d. h. mit starken eisernen oder stählernen Schenkeln *aa* versehen, die in eine kulpige, gehärtete Stahlspitze *b* enden. Das Scharnier *c* (Scharnierzirkel, *Compass à charnière*, *Compasses*) ist deshalb auch dick und zweckmäßig so breit, daß man den Scharnierbolzen aus einem Rohrstücke anfertigen kann, um dadurch ein bequemes Mittel zum Aufhängen zu gewinnen. Je nach der vorliegenden Arbeit muß der Zirkel verschiedene Größe besitzen; und weil der Holzarbeiter in der Regel große Stücke in Arbeit hat, so ist sein Zirkel auch der größte. Diese großen Zirkel würden aus Eisen zu schwer ausfallen, weshalb die Schenkel derselben aus Holz angefertigt werden (Fig. 41). Die Spitzen sind dann aus Stahl und der Scharnierbolzen aus Eisen oder Messing.

Um beim Gebrauch des Zirkels eine Änderung der Zirkelöffnung zu verhindern, wird zwar das Scharnier sehr schwer im Gange gemacht; allein dieses Mittel bietet nicht genügende Sicherheit, wenn es darauf ankommt, den Zirkelstand lange Zeit hindurch sicher zu erhalten (z. B. zum vielmaligen Auftragen einer Größe, zum Einteilen usw.). Man bringt sodann eine Klemm- oder Stellvorrichtung an, welche gewöhnlich in einem Bogen (Fig. 41 u. 42) besteht, der an einem Schenkel *a* festsitzt und durch den zweiten *b* hindurch geht, um hier



Fig. 40.

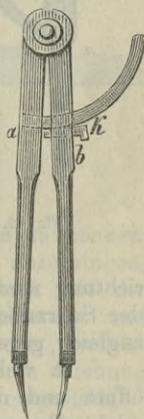


Fig. 41.

<sup>1)</sup> Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1856, 24. — Engineering 1872, 67. — Dinglers Journ. 234, 448; 237, 191; 242, 330; 246, 79; 255, 156; 257, 13; 262, 65.

durch einen Keil *k* (bei großen Holzzirkeln, Fig. 42) oder durch eine Druckschraube (Fig. 42) festgehalten zu werden (Bogenzirkel, *Compas à quart cercle*, *Wing-compasses*). An dem Bogen dieses Bogenzirkels hat man mancherlei Einrichtungen angebracht, um ein schnelles und sicheres Einstellen des Zirkels bewerkstelligen zu können: z. B. ist der Bogen oft an der konvexen Seite gezahnt und dann in dem Schenkel, durch den der Bogen geht, ein kleines Triebrad vorhanden, das durch Drehen und Eingreifen in die Zähne des Bogens eine Bewegung des Schenkels verursacht; — bei einer anderen Einrichtung wird die feine Einstellung der Zirkelspitze vermittelt einer kleinen Schraube (Mikrometerschraube) (Fig. 43), die durch den Schenkel *a* geht, und einer Flügelmutter *m* erreicht; eine kleine Feder drückt dann beide Schenkel auseinander. — Auch legt man wohl quer über beide Schenkel (Fig. 45) eine Schraube, welche mit einem Kugelzapfen *z* an dem einen Schenkel *b* festsitzt und durch eine Mutter am zweiten Schenkel geht, so daß durch Drehung der Schraube eine Bewegung des zweiten Schenkels erzeugt wird; — die letzte Vor-

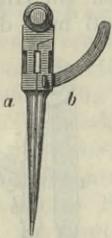


Fig. 42.



Fig. 43.

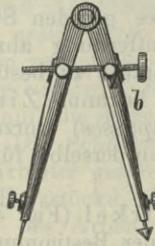


Fig. 44.

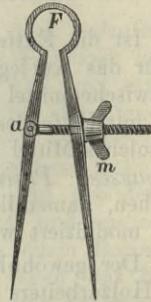


Fig. 45.

richtung wird auch so abgeändert, daß auf dem einen Schenkel das Gewinde der Schraube ein linkes, auf dem anderen ein rechtes ist, um beide Schenkel zugleich gegeneinander oder voneinander zu verstellen.

In vielen Fällen kann es erwünscht sein, daß der Zirkel sich von selbst öffnet und durch eine besondere Vorrichtung nur geschlossen wird. Man erreicht dies am einfachsten dadurch, daß man beide Schenkel mit einer bogenförmigen Feder *F* (Fig. 45) verbindet (Federzirkel, *Compas à ressort*, *Spring divider*) und durch dieselben eine lange krumme Schraube gehen läßt, welche in einem Schenkel *a* festsitzt und eine Flügelmutter *m* besitzt, die sich gegen den zweiten Schenkel legt und je nach der Drehung die Schenkel einander nähert oder sie auseinander gehen läßt. Da krumm gebogene Schrauben stets verwerflich sind (weil an der konkaven Seite die Ganghöhe kleiner ist als an der konvexen), so wird zweckmäßiger die Schraube gerade und um einen Stift am festen Schenkel drehbar gemacht (Fig. 45). Mitunter sind die Spitzen zum Auswechseln eingerichtet. — Die Federzirkel werden nur bei feineren Arbeiten verwendet und sind deshalb kaum größer als 15 cm.

Wenn ein Scharnierzirkel wegen der großen Entfernung der zu messenden Punkte weit geöffnet werden muß, so legen sich die Zirkelspitzen unter einem so kleinen Winkel auf die Fläche, daß ein genaues Ablesen der berührenden Punkte nicht mehr möglich ist, selbst wenn, wie üblich, die Zirkelspitzen etwas nach innen gebogen sind; es sei denn, daß der Zirkel selbst sehr lange Schenkel habe. Da aber solche große Zirkel höchst unbequem sind, so

kehrt man in diesem Fall wieder zum Gebrauch der Stange zurück, indem man auf dieser ein Paar entsprechend lange Zirkelschenkel anbringt, wovon mindestens der eine verschiebbar ist (Stangenzirkel, *Compas à verge*, *Beam dividers*).

Die Stahlspitzen  $s$  dieses Zirkels (Fig. 46—48) sitzen in Hülsen  $h$ ,  $h_1$  so daß sie sich immer rechtwinklig auf die Fläche aufsetzen und so ein genaues Ablesen gestatten. Die bewegliche Hülse  $h_1$  ist an jeder Stelle des gewöhnlich mit Teilung versehenen Stabes  $A$  durch eine Druckschraube festzustellen. Der Stab ist entweder (bei langen Zirkeln) aus Holz

(Mahagoni, Birnbaum, Apfelbaum) bei kürzeren aus Eisen oder Messing, und der Leichtigkeit halber oft hohl gemacht. Der Querschnitt muß stets so gewählt werden, daß an der unteren Seite zwei Flächen zu einer Kante zusammenstoßen, also dreieckig oder fünfeckig (Fig. 48), weil bei einer untenliegenden Fläche ein genaues Festklemmen der Hülse sehr zweifelhaft wird. Nur bei sehr großen hölzernen Stangenzirkeln für Mühlenbauer, Böttcher etc., wählt man der Einfachheit halber und weil es auf so große Genauigkeit nicht ankommt, viereckige Stangen und befestigt die bewegliche Hülse mit einem Keil (Fig. 49).

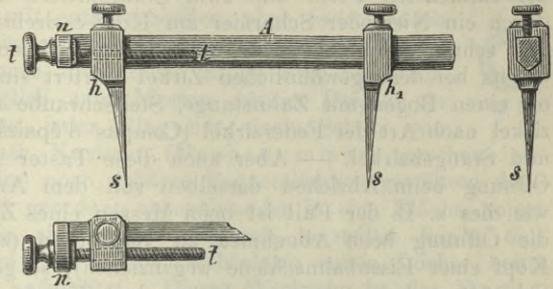


Fig. 46 bis 48.

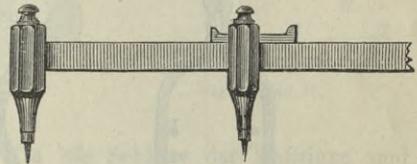


Fig. 49.

Um mit dem Stangenzirkel sehr genaue Messungen ausführen zu können, ist noch eine feinere Einstellung mittelst einer Mikrometerschraube anzubringen, deren Konstruktion aus Fig. 46 und 48 hervorgeht. Die Hülse  $h$  mit der Spitze  $s$  ist nämlich ebenfalls aber nur ein kurzes Stück verschiebbar und zwar durch eine seitwärts durch dieselbe hindurchgehende Schraube  $tt$ , welche in dem Stücke  $n$  an der Längenverschiebung verhindert wird. Durch Drehung dieser feinen Schraube wird dann die Spitze  $s$  auf das Genaueste eingestellt.

Unter den krummen Linien, deren Länge mitunter bestimmt werden muß, ist der Kreis die am häufigsten vorkommende. Ihre Messung ist jedoch auf die einer geraden Linie (Durchmesser) zurückzuführen.

Dahingegen spielt das Abmessen von Dimensionen an Körpern mit allen möglichen Profilen und der dazu anzuwendende Werkzeugapparat in der Technik eine besonders wichtige Rolle. Entweder sind diese Werkzeuge dazu bestimmt, äußere Körperdimensionen (Dicken) oder innere Dimensionen (Höhlungen) zu messen. In beiden Fällen hört der gewöhnliche Maßstab und Zirkel bald auf brauchbar zu sein, weil sich die zu messenden Punkte mit denjenigen des Maßstabes oder den Zirkelspitzen entweder gar nicht oder doch nur sehr ungenau erreichen lassen. (Die Dicke des Steges einer in der Bahn liegenden Eisenbahnschiene kann weder mit dem Zollstock noch mit dem Zirkel gemessen werden. Zum Messen eines Zylinderdurchmessers ist es äußerst schwierig, die Zirkelspitzen an die Durchmesserenden zu bringen usw.) Gibt man jedoch den Schenkeln eine krumme (halbkreisförmige) Gestalt (Fig. 50), so kann man mit den Spitzen leicht über Hindernisse hinwegkommen (z. B. über den Kopf der Eisenbahnschienen) oder dieselben genau um die Größe einer Dimension öffnen,

weil die Spitzen sich unter einem großen Winkel aufsetzen. Solche Zirkel heißen Dickzirkel, Taster, Tastzirkel oder Greifzirkel (*Compas d'épaisseur, Callipers, Calliper-compasses, Outside callipers*). Sie bestehen in der einfachsten Form aus zwei Stahlblättern oder Stangen *a* und *b*, welche durch ein Niet oder Scharnier am Kopf *c* drehbar miteinander verbunden sind und schräg zulaufende oder abgerundete Spitzen haben. — Aus Gründen, die bereits bei dem gewöhnlichen Zirkel erwähnt sind, bekommen auch die Taster oft einen Bogen mit Zahnstange, Stellschraube usw. Desgleichen gibt es Dickzirkel nach Art der Federzirkel (*Compas d'épaisseur à ressort, Spring-callipers*) und Stangenzirkel. — Aber auch diese Taster sind nur anwendbar, wenn die Öffnung beim Abziehen derselben von dem Arbeitsstücke unverändert bleibt, wie dies z. B. der Fall ist beim Messen eines Zylinderdurchmessers. Ist jedoch die Öffnung beim Abnehmen zu vergrößern (z. B. um den Zirkel über den Kopf einer Eisenbahnschiene wegzuziehen), so geht das Maß (des Steges dieser Schiene) verloren, wenn nicht an dem Zirkel eine Einrichtung angebracht ist, die das Ablesen oder Abnehmen des Maßes gestattet, während derselbe noch das Arbeitsstück umfaßt. — Eine in diesem Sinne zu gebrauchende Anordnung

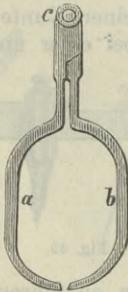


Fig. 50.

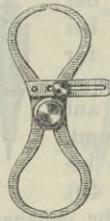


Fig. 51.

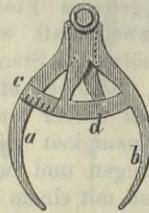


Fig. 52.

ist der doppelte Dickzirkel (*Double callipers*), (Fig. 51); denn wenn beide Schenkelpaare gleich lang sind, so ist auch die Öffnung des einen gleich der des anderen und gibt, da sie mit einem Maßstab zu messen ist, die Dicke des zu messenden Teiles an. Der Sicherung wegen ist noch bei diesen Doppel-Dickzirkeln ein Stellbogen angebracht. — Man erreicht denselben Zweck übrigens noch vollständiger, wenn das Meßwerkzeug selbst sogleich die Dimensionen in entsprechenden Maßeinheiten angibt. Dies kann auf die einfachste Weise dadurch geschehen, daß man mit dem einen Schenkel einen Gradbogen verbindet, auf dem der andere Schenkel sich verschiebt, und diesen Gradbogen nun entsprechend teilt. Von den unzähligen dahin zielenden Konstruktionen mag hier zum allgemeinen Verständnisse die in Fig. 52 gezeichnete genügen. Der Schenkel *a* hat einen Bogen *e* mit einer Teilung, und der Schenkel *b* bewegt sich mit einem Bogen *d* auf dem Bogen *e*. Die Kante des Bogens *d* markiert auf dem Bogen *e* die Öffnung der Zirkelspitzen, also das Maß ihrer Entfernung.

Die beschriebenen Taster können jedoch weder für sehr genaue Abmessungen zuverlässig genau genug sein, noch für große Abmessungen gebraucht werden, weil sie dann durch ihre Größe zu unbequem ausfallen würden. Für beide Fälle sind daher andere Werkzeuge, die zum Teil auf dem Prinzip des Dickzirkels beruhen, oder aus Bequemlichkeitsgründen anders konstruiert sind, in Anwendung.

Bei solchen Messungen, die sich der Natur der Sache nach oft wiederholen, z. B. Messen der Draht- und Blechdicken, ist das fortwährende Öffnen und Einstellen des Dickzirkels nicht nur zeitraubend, sondern namentlich bei kleinen Dimensionen leicht mit Irrungen verknüpft. In solchen Fällen ist es daher zweckmäßig, eine Reihe Taster mit entsprechenden aber feststehenden Öffnungen zu haben. Diese Taster bedürfen aber keines Drehholzens mehr und verwandeln sich deshalb in einfache Ringe Fig. 53 (Meßringe); sie eignen sich vorzüglich zum Messen dünner Drähte, zu welchem Zwecke sie bündelweise, jeder Ring mit einem Schlitz von bestimmter Weite und mit einer Nummer (Drahtnummer) versehen, zusammengehalten werden. — Eine noch größere Bequemlichkeit gewähren diese Ringe, wenn sie nach Nummern geordnet nebeneinander in eine Fläche gelegt werden, in welchem Fall man sie leichter dadurch herstellen kann, daß man in eine länglich viereckige oder runde Stahlplatte runde Löcher bohrt und diese nach dem Rande zu aufschlitzt. Dieses Werkzeug ist das Drahtmaß, die Drahtlehre oder Drahtklinke (Jauge, Calibre, *Wire-gauge*,



Fig. 53.

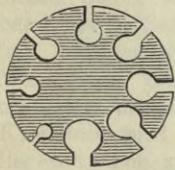


Fig. 54.

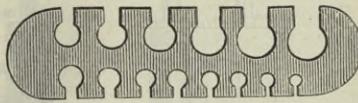


Fig. 55.

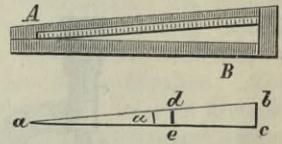


Fig. 56 und 57.

*Gage, Wire-gage*)<sup>1)</sup> Figur 54 und 55. [Da die Schlitzte der Meßringe und Drahtmaße nur in gewissen Abstufungen hergestellt werden können, so sind alle zwischen je zwei von ihnen liegenden Dicken abzuschätzen. Um der Ungenauigkeit dieser Abschätzung zu entgehen, reiht man eine unendlich große Anzahl Löcher mit unendlich kleinen Differenzen nebeneinander, indem man zwei Lineale A, B unter einem kleinen Winkel zusammenstoßen läßt (Fig. 57). Ein in diesen Keil eingeschobener Draht wird nur bis zu einem bestimmten Punkte d vordringen, so daß an diesem Punkte seine Dicke durch angebrachte Zahlen (Nummern) angezeigt wird. Diese Zahlen finden sich leicht aus dem Verhältnisse der Seiten der durch die Öffnung repräsentierten Dreiecke Fig. 58,

indem  $ad = ab \frac{de}{bc}$ . Teilt man nun ab in eben so viele Teile, als bc Längeneinheiten enthält, und diese Teile wieder in z. B. n Teile, so ist der n<sup>te</sup> Teil der Maßeinheit abzulesen. Ist z. B.  $bc = 10$  mm und  $ab = 10.10$  mm, so geben 10 mm auf ab die Dickendifferenz von 1 mm an, also ist  $\frac{1}{10}$  mm an der Teilung abzulesen. Streng genommen mißt man allerdings auf diese Weise nicht den Durchmesser, sondern eine Sehne des Kreises und erhält aus der Messung erst den richtigen Wert, wenn man die gemessene Zahl durch  $\cos. \alpha$  dividiert, wenn  $\alpha$  der von den Linealen eingeschlossene Winkel ist. Letzterer ist aber sehr klein, nämlich höchstens  $3^\circ$ , demnach der Kosinus auch höchstens 0,99986, woraus zu ersehen, daß die Abweichungen sehr gering und leicht dadurch ganz zu umgehen sind, daß man die Skala selbst, d. h. die Linien a b z. B. statt in 100 nur in 99,98 Teile teilt.

1) Engineering 1869, S. 401. — Zeitschr. d. V. D. Ing. 1873, S. 164. — Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1861, S. 315. — Dingers Journ. 236, 105; 242, 330; 262, 65; 292, 61.

Sollen Dickenmessungen mit größerer Genauigkeit vorgenommen werden, so genügen direkte Ablesungen nicht, sondern man bedarf der Multiplikation, um kleine Unterschiede bemerkbar zu machen. Entweder macht man dann von einer Art Zange Anwendung, welche ein kurzes Maul zur Aufnahme des Drahts, Blechs usw. besitzt und sehr lange Schenkel, von denen der eine auf einem Gradbogen des andern spielt und die Maulöffnung um das Verhältnis der Hebellängen vergrößert angibt, z. B. um das 50 bis 100fache. — Oder man benutzt ein Prinzip der Schraube, welches darin liegt, daß eine Schraube bei einer Umdrehung sich in der Achsenrichtung um die Ganghöhe verschiebt, und daß man dabei auf einer an der Schraube angebrachten Scheibe leicht kleine Teile der Umdrehung, also der Ganghöhe ablesen kann (Schraublehre) (*Calibre à vis*, *Screw gauge*). Ist z. B. die Ganghöhe  $h = \frac{1}{2}$  mm und der Scheiben-Umfang in 100 Teile geteilt, so entspricht jeder dieser Teile einer  $\frac{1}{100}$  Drehung, also  $\frac{1}{200}$  mm Verschiebung. Ein auf diesem Prinzip beruhendes,

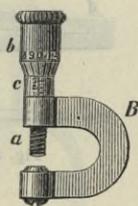


Fig. 58.

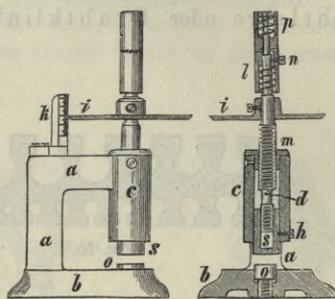


Fig. 59 und 60.

sehr zweckmäßiges Meßwerkzeug ist in Fig. 58 dargestellt. Die möglichst genau angefertigte Schraube a mit 0,5 mm Ganghöhe sitzt in einer Kapsel b fest und dreht und verschiebt sich mit dieser in einer Mutter des Bügels B. Der untere Rand dieser Kapsel ist in 20 Teile geteilt und bewegt sich an einer auf B befestigten Röhre c, welche eine Teilung von ebenfalls  $\frac{1}{2}$  mm zum Ablesen ganzer Drehungen besitzt, während die Teile an der Kapsel nach einem Strich auf c markiert werden. Man kann also hiermit  $\frac{1}{40}$  mm ablesen und wohl  $\frac{1}{80}$  mm Dicke durch Schätzung bestimmen.

Um mit dieser Schraubenlehre eine große Genauigkeit zu erzielen, stattet man sie vielfach mit einer sogen. Differentialschraube und einer Vorrichtung aus, welche die Drehung der Schraube in dem Augenblicke einstellt, wo der zu messende Körper davon berührt wird. Die Grundeinrichtung der zahlreichen Ausführungsformen dieses Meßwerkzeuges geht aus Fig. 59 und 60 hervor. Die Schraube d hat zwei Gewinde von ungleicher Steigung mit Muttern in m und s, wovon m an der Büchse c festsitzt, während s in der Büchse gleitet und durch die in einen Längsschlitz eintretende Schraube h in der Drehung verhindert wird. Infolgedessen bewegt sich der Stempel s bei einer ganzen Drehung der Schraube um die Differenz der Ganghöhe. Die Entfernung zwischen s und der zur Aufnahme des zu messenden Gegenstandes dienenden Unterlage o also die Dicke desselben wird mit Hilfe der auf dem breitfüßigen Gestelle aab befestigten Skala k und der in 100 Teile geteilten Scheibe i also in ganzen und hundertstel abgelesen. Auf der Verlängerung der Schraube sitzen zwei Hülsen p und l, welche von zwei Spiralfedern gegeneinander gedrückt werden, so daß sie mittelst sägezahnartiger Verzahnung der Ränder wie eine Zahn-

kuppelung vereinigt sind. Die Hülse l nimmt vermittelst der Schraube n die Schraube d mit, wenn man die um d drehbare Hülse p dreht. Sowie aber s auf den zu messenden Gegenstand tritt und sich der Druck der Schraube d in den Muttern dadurch vermehrt, kann die Hülse p die Hülse l und damit die Schraube d nicht mehr mitnehmen, was an einem schnarrenden Geräusch erkannt wird. — Ein ähnliches Prinzip liegt den Meßmaschinen<sup>1)</sup> zugrunde, bei welchen auf wagrechtem Bette vermittelst zwischen den Bettwangen gelagerter Schrauben zwei Backen verschoben werden, welche das zu messende Arbeitsstück zwischen sich nehmen. — Schiebt man zwei Röhren fernrohrartig übereinander, wovon das eine als Schraube, das andere als Mutter ausgebildet ist, und die beide am äußeren Ende eine stumpfe Spitze tragen, so erhält man das durch Drehung des einen Teiles zu verkürzende oder verlängernde Schraubenstichmaß zum Messen von Höhlungen, z. B. Bohrweiten etc.

Zum Bestimmen des Durchmessers großer zylindrischer und konischer Arbeitsstücke (Dampf-Pump-Gebläse-Zylinder, Kanonen, Glocken, Wellen, Riemenscheiben usw.) sucht man gewöhnlich erst den Umfang, um daraus den Durchmesser durch Rechnung zu finden, und benutzt dazu unter anderem das Meßband, wenn keine hervorragende Teile diese Benutzung verhindern. Im anderen (am häufigsten vorkommenden) Fall dahingegen bedient man sich solcher Werkzeuge, die zur Bestimmung der Peripherie nur einen Teil derselben zu umfassen brauchen und demnach auf dem geometrischen Satze beruhen: „Eine Kreislinie wird durch drei Punkte festgelegt, wenn diese nicht in einer Geraden liegen.“ Die zur Auffindung dieser drei Punkte bestimmten Werkzeuge können nun entweder so konstruiert sein, daß sich für jeden Kreisdurchmesser alle drei Punkte verlegen, d. h. daß sich sowohl die Sehne als die Pfeilhöhe verändert, oder daß sich zwei Punkte verlegen, wobei die Pfeilhöhe konstant und die Sehne veränderlich, oder daß sich ein Punkt verschiebt, so daß die Sehne konstant und die Pfeilhöhe veränderlich ist.

Zur ersten Gattung gehören die für diesen Fall konstruierten Dickzirkel mit einer Teilung am Kopf Fig. 61. Die drei Berührungspunkte liegen in a am Kopf und in b und c an den Schenkelspitzen. Die Scheibe F ist nun am Schenkel b, die innere Scheibe d am Schenkel c befestigt, so daß diese beiden Scheiben durch ihre verschiedene Stellung gegeneinander die Öffnung b c und daraus den Durchmesser des Kreises b a c angeben, wonach sich die Teilung auf F leicht erklärt. — Für große Teile wird aber die Teilung sehr klein und daher die Zuverlässigkeit des Werkzeuges sehr gering.

Der Stangendickzirkel repräsentiert die zweite Gattung, wie aus Fig. 62 zu erkennen ist. Die für diesen Zweck gerade und stark gemachten Schenkel a und b legen sich an den Kreis an. Die Stange c schiebt sich in die hohle Stange h (welche als Maßstab gebraucht werden kann) je nach dem Durchmesser des Kreises mehr oder weniger ein, so daß an der Kante bei b der Durchmesser direkt abgelesen wird, wenn c entsprechend geteilt ist.

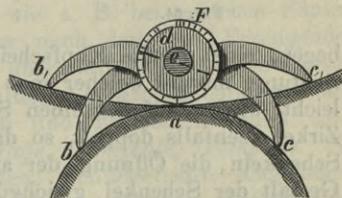


Fig. 61.

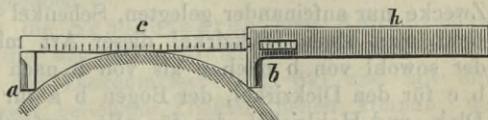


Fig. 62.

1) Whitworth, Meßmaschine. Jena 1879. — Dingers Journ. 292, 80.

Ein Werkzeug der dritten Gattung<sup>1)</sup> angehörend entsteht dadurch, daß man dem Dickzirkel Fig. 61 eine konstante Öffnung  $b\ c$  gibt (Fig. 63) und dann dessen am Kopf liegenden Punkt  $a$  durch einen Schieber  $a\ d$  auf und nieder stellbar macht und auf diesem dann zugleich die Teilung anbringt. Der aus dem Dickzirkel hervorgegangene Bügel wird mitunter  $\sqcap$ -förmig angeordnet und statt des Schiebers  $a\ d$  eine Schraube angebracht um die Pfeilhöhen-Differenzen in ähnlicher Weise, wie oben durch Fig. 59 näher erklärt wurde, zu bestimmen.

Zum Abnehmen von Dimensionen einer Höhlung ist der gewöhnliche Zirkel aus denselben Gründen ebenso ungeschickt als zum Messen von äußeren Dimensionen. Durch Umbiegen der Spitzen nach außen (Fig. 64) oder durch nach auswärts gebogene Schenkel  $b\ c$  (Fig. 65) wird er zwar schon für den erwähnten Zweck brauchbar (Greifzirkel, Hohlzirkel, *Compas à jauge*, *Inside callipers*) allein nicht allgemein genug, weil hier bei der Erweiterung der Höhlung derselbe Übelstand vorhanden ist, als beim Taster, welcher über dicke Stellen hinweggezogen werden muß. Darum ist denn in solchen Fällen auch ein Grad-

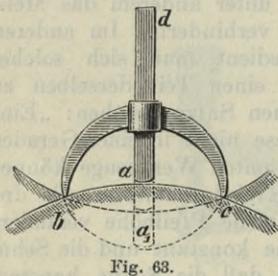


Fig. 63.

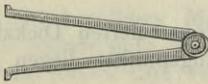


Fig. 64.

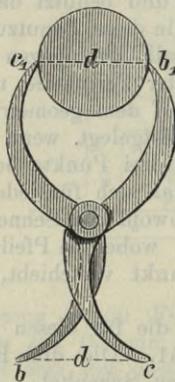


Fig. 65.

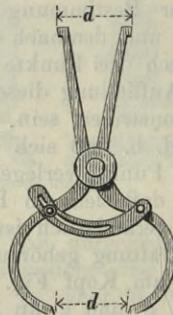


Fig. 66.

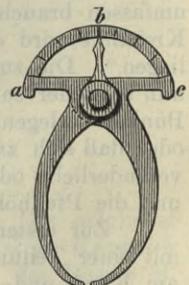


Fig. 67.

bogen, eine geteilte Kopscheibe und dergleichen vorhanden, d. h. eine Vorrichtung, mittelst welcher man den Zirkel nach dem Ausziehen aus der Öffnung leicht wieder auf denselben Stand bringen kann. Oder man konstruiert den Zirkel ebenfalls doppelt, so daß man an den außerhalb der Öffnung liegenden Schenkeln die Öffnung der anderen messen kann. Da in letzterem Falle die Gestalt der Schenkel gleichgültig ist, wenn nur die Öffnung des einen Paares stets gleich der des anderen Paares bleibt, so kann man das eine Paar als Dickzirkel ausbilden, wodurch der Dick- und Hohlzirkel, (*Inside and outside callipers*) Fig. 66 entsteht. Der in Fig. 65 gezeichnete Hohlzirkel wird ebenfalls ohne weiteres in einen Dickzirkel verwandelt, wenn man die, zu dem Zwecke nur aufeinander gelegten, Schenkel in die Lage  $b_1\ c_1$  herumdreht. Versieht man einen Dickzirkel dieser Art mit einem Gradbogen  $a\ b\ c$ , Fig. 67, der sowohl von  $b$  nach  $c$  als von  $b$  nach  $a$  geteilt wird, und zwar der Bogen  $b\ c$  für den Dickzirkel, der Bogen  $b\ a$  für den Hohlzirkel, so erhält man einen Dick- und Hohlzirkel, der für alle gewöhnliche Fälle als die beste Konstruktion hingestellt werden kann. — Auch an den Greifzirkeln sind mancherlei Einrichtungen angebracht, um die Brauchbarkeit derselben namentlich durch die Möglichkeit zu erhöhen, sehr feine Messungen damit vornehmen zu können<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1856, S. 321, 1864, S. 137. — Dinglers Journ. 292, 40.

<sup>2)</sup> Dinglers Journal 309, 64.

Die in Fig. 61 und 63 dargestellten Werkzeuge zum Messen äußerer Dimensionen sind ebenfalls in Hohlzirkel zum Messen großer Zylinderweiten zu verwandeln. Man hat ja nur nötig, die Schenkel des Werkzeugs Fig. 61 übereinander weg in die Lage b, c, zu drehen, und den Schieber a, d, Fig. 63, über die Sehne b c hinwegzuschieben in die Lage a<sub>1</sub>, um diese Umwandlung zu vollziehen.

Wenn man einen schlanken Kegel oder nur ein schlank keilförmiges Blech in die Öffnung hineinschiebt, so kann man dadurch ebenfalls deren Durchmesser bestimmen und bequem an einem um den Kegel laufenden Kreis oder durch Querstriche auf dem Bleche ablesen: dieses Werkzeug, welches namentlich in den Gewehrfabriken zur Vergleichung der Kaliber dient (Kalibermaß), beruht demnach auf demselben Prinzip wie die Drahtlehre, Fig. 57, S. 65. — Hierher gehören ferner die Ringlehren, die Taster- oder Rachenlehren und die Stichmaße oder Lochlehren aus sehr genau hergestellten Ringen oder Einschnitten nach Art der Drahtlehre (Fig. 55) oder massiven Zylindern (Dornlehren) zum Messen von Voll- und Hohlzylindern, Stablöhren: Stäbe von bestimmten Längen, deren Endflächen nach einer Kugel vom Durchmesser gleich der Stablänge abgerundet sind; sie geben auch schräg im Zylinder liegend den Durchmesser des letzteren richtig an.

### C. Lehren, Fühlhebel.

Es gibt in der Verarbeitung der Metalle und des Holzes eine Menge von Fällen, in welchen an dem Arbeitsstücke eine größere Anzahl von Messungen vorgenommen werden muß, und in denen es daher sehr zeitsparend und vorteilhaft ist, alle Messungen oder einen großen Teil derselben auf einmal vornehmen zu können. So würde es z. B. fast unmöglich sein, eine Kugel auf der Drehbank zu drehen, wenn die Nachmessung mit einem Dickzirkel geschehen sollte, während ein Nachmessen mit einem, nach einem größten Kreise ausgeschnittenen Blechstücke die Anfertigung wesentlich erleichtert, ja überhaupt ermöglicht. Beim Andrehen von Rotationskörpern insbesondere, namentlich wenn die Erzeugende eine krumme Linie ist, wie z. B. bei manchen Säulen, bedient man sich ebenfalls zur Prüfung solcher nach derselben Erzeugenden ausgeschnittener Bleche. Diese Bleche und die überhaupt zu demselben Zwecke dienenden Werkzeuge, welche also mit Einschnitten, Löchern, Erhöhungen oder Vertiefungen zum Abnehmen von Dimensionen und Formen bestimmt sind, heißen allgemein Lehren (*Calibre, Gauge, Gage, Template, Templet*). Sie bekommen für manche Verwendung Spezialnamen: Schlüssellehre, Kugellehre; auch gehört hierher die Fensterkluppe des Schlossers für das Abfeilen der Fensterbeschläge usw. — Den Werkzeugen zum Messen von Draht- und Blechdicken (Stahlplatten mit rechteckigen Einschnitten am Rande von bestimmter Breite und mit Nummern bezeichnet) hat man ebenfalls den Namen Lehren (Drahtlehren, Blechlehren S. 65) gegeben.

Auch werden hierzu gezählt die Schieblehren oder Schublehren (*Calibre coulant, Slide gauge*)<sup>1)</sup>, die wesentlich so eingerichtet sind wie der Stangenzirkel (Fig. 47) oder wie der Dickenmesser (Fig. 62) und mit ihren verschiedenen Öffnungen zum Messen beliebiger Dicken dienen können, weshalb sie dem Schmied, dem Walzmeister, dem Mechaniker usw. sehr nützliche Meßwerkzeuge sind, namentlich wenn die Stange mit entsprechender Teilung

1) Dinglers Journ. 292, 79.

versehen ist. Oft findet man eine Schublehre mit der Blech- oder Drahtlehre verbunden, andererseits mit Vorrichtungen zum feinen Messen ausgestattet und daher mit Mikrometerschraube und Nonius (*Vernier calipre*) versehen. Eine solche Schublehre ist in Fig. 68 dargestellt. Die mit Teilung versehene Stange A B besitzt bei A den festen Schenkel c. Der bewegliche Schenkel besteht aus den zwei Teilen a und b, welche durch die Mikrometerschraube y verbunden sind. Die Scheibenmutter m dieser Schraube liegt in b so, daß durch Drehung von m das Stück a von b ab, oder nach b zu bewegt wird (wobei b auf A B festklemmt, aber a lose sitzen muß). Ein Nonius bei n läßt feinere Ablesungen zu. Um hiermit auch Höhlungen, Bohrlochweiten, Achslöcher etc. messen zu können, hat man den beiden Schenkeln noch kleine dreieckig prismatische Verlängerungen gegeben und außerdem wie beim Stangen-zirkel Fig. 47 S. 63 mit Spitzen versehen, um das gewonnene Maß sofort

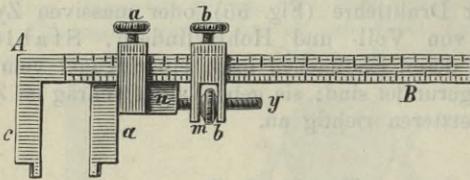


Fig. 68.

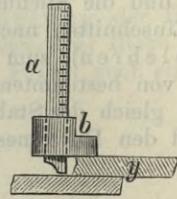


Fig. 69.

übertragen zu können. — Eine besondere Ausführung der Schublehren zeigen die stellbaren Stichmaße zum Messen größerer Zylinderweiten, welche aus einem mit innerem Schraubengewinde versehenen Rohre mit einer aus- und einschraubbaren Spindel und Maßeinteilung bestehen. Zum Gebrauche schraubt man beide Teile so lange auseinander, bis die stumpfspitzigen Enden die innere Zylinderwand berühren. — Endlich mag noch eine kleine Schublehre hier angeführt werden, die zum Messen von Blechstärken gebraucht wird an bereits vernietetem oder verschraubtem Blech. Dieselbe besteht, Fig. 69, aus einer kleinen mit Maßlinien versehenen Stange a, die mit der Spitze auf die eine Blechplatte gestellt wird, und aus einem kleinen Schieber b, der auf die zweite Blechplatte geschoben wird: der Raum zwischen der Spitze von a und der Unterkante von b ist die Blechstärke der Platte y.

Um an einem Zylinder, einem Kegel etc. z. B. bei der Erzeugung sehr genauer Schrauben zu untersuchen, ob die Querschnitte auch wirklich Kreise und zwar von genau vorgeschriebenen Durchmessern sind, oder wie weit und wo sie von dem Kreise abweichen, bedient man sich, wenn es sich um genaues Abmessen z. B. der Achsen, Zapfen, Scheiben etc., mathematischer Instrumente handelt, nicht mehr des Tasters, weil hiermit kleine Fehler nicht entdeckt werden können, sondern entweder fester Lehren aus gehärteten geschlossenen Stahlringen und Stahlzylindern (Lehrringe und Lehrbolzen) oder einer Einrichtung, deren Prinzip darauf beruht, daß bei einem absolut richtigen Zylinder alle Punkte der Oberfläche in gleichem Abstand von der mathematischen Achse liegen; und daß deshalb ein an die Zylinderoberfläche angeprückter Punkt seine Lage unverändert beibehalten muß, wenn die Zylinderoberfläche an demselben vorübergeführt wird. Da der, gewissermaßen fühlende, Punkt mit einer Vorrichtung versehen sein muß, welche seine etwaige Bewegung in sehr vergrößertem Maßstabe wiedergibt und diese entweder in einem Hebel oder in einer sehr empfindlichen Libelle besteht, so heißen diese Meßwerkzeuge Fühlhebel oder Fühlhebelniveau<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1856, S. 24.

Ein Fühlhebel besteht aus einem kurzen etwa 3 bis 5 mm langen Hebel aus Stahl, der an dem einen Ende hoch poliert ist und an dem anderen mit einer nach aufwärts gerichteten Verlängerung, die das 50- bis 100fache des kleinen Hebels beträgt, versehen ist und auf einem Drehzapfen ruht, der in einem Gestelle liegt, das verschoben werden kann. Dreht man nun den Zylinder oder Kegel langsam um seine Achse (was am zweckmäßigsten auf der Drehbank geschieht) und schiebt den kurzen Hebel des Fühlhebels dagegen bis zur Berührung, so wird das lange Hebelende jedesmal da einen Ausschlag geben, wo der Körperquerschnitt von dem Kreise abweicht. Wenn man das Instrument gleichzeitig parallel oder unter einem Winkel gegen die Achse des Arbeitsstückes verschiebt, so prüft man dadurch auch die Zylindrizität oder Konizität desselben.

Das Fühlhebel-Niveau besteht dem Wesen nach aus einer empfindlichen Röhrenlibelle, welche um die Querachsen leicht drehbar zwischen Spitzen aufgehängt ist. An dem einen Ende der Libelle geht ein Messingstreifen nach abwärts, der unten rechtwinkelig abgebogen  und mit einem Stahlstift versehen ist. An dem anderen Ende bekommt die Libelle eine Schraube, auf der sich eine Mutterscheibe bewegt, um an dieser Seite ein kleines Übergewicht zu erzeugen. Der eben erwähnte Stahlstift wird nun gegen das Arbeitsstück geschoben und durch das kleine Übergewicht gegen dasselbe gedrückt, so daß jede Exzentrizität von der Blase in dem Libellenrohre angezeigt wird. Eine Verschiebung längs des Arbeitsstückes bezweckt sodann die Prüfung, ob die Erzeugende eine gerade Linie ist.

#### D. Winkelmesser, Setzwage, Senkblei<sup>1)</sup>.

Eine sehr oft von Metall- und Holzarbeitern vorzunehmende Arbeit ist die des Ab- und Nachmessens von Winkeln und zwar sowohl von Winkeln an Arbeitsstücken selbst als auch von solchen, unter denen diese gegeneinander oder gegen andere Objekte (Fundamente, Betten etc.) geneigt sein sollen oder müssen (wie es z. B. beim Montieren und Zusammensetzen einzelner Maschinenteile usw. der Fall ist).

Da die Winkel von  $90^\circ$  und  $45^\circ$  die am häufigsten angewendeten sind und die anderen dazwischen liegenden fast nur ausnahmsweise vorkommen, so erklärt es sich, weshalb man zum Messen der ersteren Maße mit festen und der letzteren solche mit veränderlichen Winkeln benutzt.

Die Werkzeuge der ersten Gattung (Winkelmaß, Winkel, Winkelhaken, [Équerre, *Square*]) werden aus zwei gerade abgerichteten Linealen (Schenkeln) aus Stahl, Eisen oder Holz gebildet, die unter  $90^\circ$  zusammengefügt werden und daher sowohl Außen- als Innen- (einspringende) Winkel abmessen. Sie kommen in den verschiedensten Größen vor; namentlich für Holzarbeiter (Zimmerleute, Schiffbauer etc.) macht man den einen Schenkel oft bis 1 m lang. Beim Ablesen solcher Winkel, wovon der eine Schenkel mit einer Kante am Arbeitsstücke zusammenfällt, wird das Anlegen des Winkelmaßes wesentlich erleichtert und gesichert, wenn der eine seiner Schenkel dicker als der andere oder mit einer schmalen Kante (Anschlag, Tige) versehen ist. Solche Winkel heißen Anschlagwinkel. Die hölzernen Winkel der Tischler, Zimmerleute etc. sind fast immer als Anschlagwinkel konstruiert, deren kurzer, dicker Schenkel auch Kopf und deren dünner Schenkel die Zunge (Blatt, *Lame*, *Blade*) genannt wird; die Zunge wird am zweckmäßigsten aus dünnem Stahlblech ge-

1) Dinglers Journ. 292, 38; 309, 41.

macht und mitunter die innere Kante des Kopfes ebenfalls mit Blech belegt, um der Abnutzung länger zu widerstehen.

Wird der Anschlag des Winkelmaßes über das Blatt hinaus verlängert, so entsteht das doppelte Winkelmaß, welches Werkzeug einer Reibschiene gleicht. Wenn dann dieses Blatt so angeordnet wird, daß es rechtwinklig zu dem Anschlag verstellbar ist, so bietet es ein bequemes Werkzeug zum Messen von Tiefen (Tiefmaß, Ausdrehwinkel, Lochwinkel, Schubwinkel, *Sliding square*, *turning square*); namentlich wenn es zugleich eine Maßeinteilung besitzt. Auch mißt man mit diesem Winkel leicht nach, ob die Vertiefung rechtwinklig zur Oberfläche steht. In Figur 70 ist ein solcher Schubwinkel gezeichnet: a ist der Anschlag, b ist das Stahlblatt, das sich in a verschiebt und durch eine kleine eingelegte Blattfeder festgehalten wird.

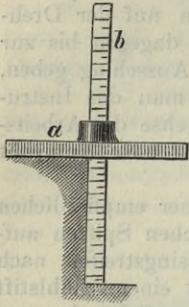


Fig. 70.

Der Winkel von  $45^\circ$ , welcher besonders bei rechteckigen Holzverbindungen vorkommt, heißt die Gehrung oder der Gehrungswinkel (Verbindung auf Gehrung) und deshalb das Winkelmaß, bei dem die Schenkel unter  $45^\circ$  gegeneinander stoßen, das Gehrmaß (*Équerre-onglet*, *Mitre square*) oder der Gehrwinkel: nur durch diesen Winkel unterscheidet sich dasselbe von dem gewöhnlichen Winkelmaß.

Bei Tischlern findet man auch wohl: Sechskante und Achtkante, das sind Winkelmaße mit Winkeln, nach denen die Hölzer zugeschnitten werden müssen, um aneinandergelegt ein Sechseck oder Achteck zu bilden, nämlich bei einem Sechseck  $60^\circ$ , bei einem Achteck  $67\frac{1}{2}^\circ$ . Diese Winkelmaße werden in der Regel einfach dadurch hergestellt, daß man auf ein Lineal ein Querstück schräg nach den vorliegenden Winkeln aufleimt.

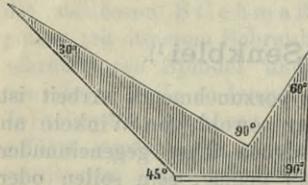


Fig. 71.

Vielfach hat man Winkelmaße konstruiert, mit denen man Innen- und Außenwinkel, sowohl von  $90^\circ$  als  $45^\circ$  leicht nachmessen kann. Ein derartiges Werkzeug (Universalwinkel) ist in Fig. 71 dargestellt, wo zugleich noch Winkel von  $30^\circ$  und  $60^\circ$  angebracht sind. Ein anderes zeigt Fig. 72; man sieht leicht in a b den Anschlag und in d e den Schenkel eines Doppelwinkelmaßes zum Messen vorspringender rechter Winkel, bei c einen Winkel für einspringende rechte, bei d b c für einspringende Winkel von  $45^\circ$ . Zugleich halbiert der Schenkel d e den rechten Winkel c. Zu diesem Werkzeuge ist noch zu bemerken, daß die Teile a c, c d e und c b in einer Ebene liegen, während a b über c d e liegend, das Dreieck a b c vollendet und dem Schenkel e c einen Halt giebt; dadurch wird auch der Innenwinkel bei c zum Messen von vorspringenden rechten Winkeln geeignet, weil die Teile a c und b c dicker sind als das Lineal c d e.

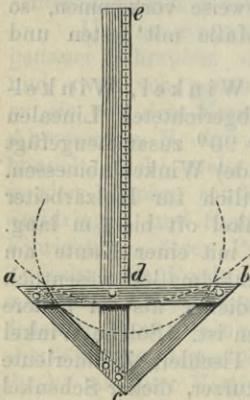


Fig. 72.

In einzelnen Fällen kann es höchst nützlich sein, an einem kleinen Werkzeuge verschiedene Winkel für bestimmte Zwecke zu haben, z. B. zum Anschleifen der Schneidwinkel an Werkzeugen, namentlich an Schraubenschneidstählen, zum Nachmessen von Schrauben-

winkeln, von Winkeln an Kegelspitzen etc. Ein solches Werkzeug stellt man sich leicht aus einem Stückchen Stahlblech her, indem man in den Rand entsprechende Winkeleinschnitte macht. Das in Fig. 73 dargestellte Beispiel wird dieses Mittel zum Nachmessen ohne weiteres erläutern. Sehr zweckmäßig hat man eine Anzahl z. B. 12 Blechstücke mit sägezahnartigen Einschnitten entsprechend den verschiedenen Schraubengängen, wie die Klingen eines Einschlagmessers handlich vereinigt (Gewindeschablonen).

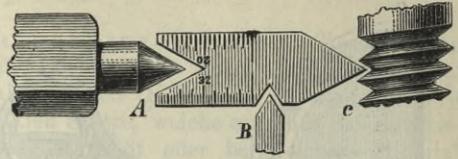


Fig. 73.

Wenn man die zwei Schenkel eines Winkelmaßes an ihrem Vereinigungspunkte drehbar anordnet, so erhält man einen Winkelmesser, der zur Bestimmung aller Winkel geeignet ist und Schrägmaß (Schmiege oder Schrägwinkel, Stellwinkel, Fausse équerre, Sauterelle, *Bevil*, *Anglebevel*) genannt wird. In der Regel wird dabei die Anordnung getroffen, daß das aus dünnem Stahlblech angefertigte Blatt sich wie ein Taschenmesser in den viel dickeren Kopf einlegt, wodurch der letztere zugleich zum Anschlag wird. Konstruiert man die Schmiege nach Art des doppelten Winkelmaßes oder wie eine Reißschiene mit einem beweglichen Kopf und verlängert das Blatt über den Kopf hinaus nach Art eines Zeigers, der auf einem mit dem Anschlag verbundenen Gradbogen spielt, so wird das Instrument zu einem Universalwinkelmesser, wie er in Fig. 74 vor Augen geführt ist. Beim Gebrauch derselben wird der Anschlag A A gegen die Kante des Arbeitsstückes gelegt und das Blatt B so lange gedreht, bis der Winkel getroffen ist und dann durch die Klemmschraube am Drehbolzen festgestellt. Der Zeiger läßt die Größe des Winkels in Graden auf dem Gradbogen C erkennen. —

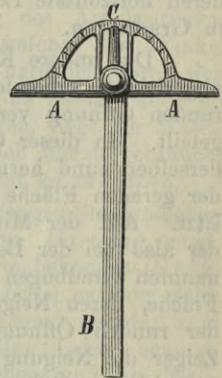


Fig. 74.

Um mit diesem Werkzeuge ganz feine Messungen machen zu können, ist wohl der Zeiger mit einem Nonius und einer Mikrometerschraube zur genauen Einstellung versehen. Mitunter ist auch das Blatt B in der Längenrichtung wie bei dem Tiefenmaß Fig. 70 verschiebbar, wodurch die Möglichkeit entsteht, auch Tiefen zu messen, die schief gegen die Oberfläche geneigt sind.

Beim Auf- und Zusammenstellen von Maschinen und Bauwerkteilen (Treppen, Dachstühlen etc.) ist zunächst erforderlich, eine Arbeitsbasis zu gewinnen, durch Festlegung einer horizontalen Linie (Wage), zu welchem Zwecke die allgemein bekannte Setzwage mit dem Senkblei (Lot, Senklot, Bleilot) noch häufig verwendet wird. Statt dieses einfachsten Werkzeuges ist aber zweckmäßiger eine Wasserwage (Libelle)<sup>1)</sup> zu nehmen, weil man mit dieser genauer abwägen kann. Von dieser horizontalen Linie oder Fläche aus werden nun alle Winkel genommen, welche bei der Aufstellung wichtig sind. Vor allem ist wieder der Winkel von  $90^\circ$  der häufigste, und dann der von  $45^\circ$ . Der erste wird durch die vertikale Schnur des Senkbleies, der zweite durch ein Winkelmaß von  $45^\circ$  leicht gefunden. Wenn es sich jedoch um genauere Feststellung handelt, so wird wiederum die Wasserwage dienstbar gemacht. Von der großen Anzahl Konstruktionen, welche man zu diesem Zwecke mit der Wasserwage vorgenommen hat, können hier nur die zwei gebräuchlichsten Platz finden<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Dingers Journ. 292, 37; 309, 66. — <sup>2)</sup> Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1853, S. 266; 1861, S. 152.

Bei der einen Konstruktion Fig. 75 ist die Libelle L in einen Quadranten A B C gelegt, der genau rechtwinkelig zusammenstoßende Seiten

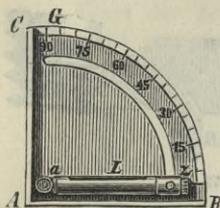


Fig. 75.

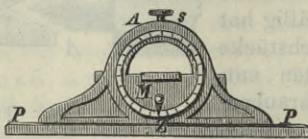


Fig. 76.

Gradbogen bei G hat, auf dem der Zeiger Z mit Nonius spielt, welcher an der um das andere Ende a drehbaren Libelle festsetzt. Ferner tritt von der Rückseite des Quadranten durch den Schlitz eine Schraube, die eine Mutter in dem Libellengehäuse hat und an der

Rückseite einen Knopf, so daß damit die Libelle in jeder Lage festgeklemmt werden kann. Legt man daher eine Kante A B oder A C des Instrumentes an eine Kante des Arbeitsstückes und verschiebt die Libelle so lange, bis die Blase deren horizontale Lage anzeigt, so gibt der Zeiger Z die Neigung dieser Kante in Graden an.

Die andere Konstruktion ist in Fig. 76 gezeichnet. Eine genau eben abgerichtete schmale Eisenplatte P trägt auf der Mitte einen mit einer kreisrunden Öffnung versehenen Aufsatz A. Die Öffnung ist am Rande in  $360^\circ$  geteilt. In dieser Öffnung liegt, genau an dieselbe sich anschließend und in derselben rund herum verschiebbar, ein halbrundes Metallstück M, welches an der geraden Fläche eine empfindliche und sorgfältig justierte Röhrenlibelle besitzt. Auf der Mitte des Halbkreises bei Z ist ein kleiner Zeiger befestigt, der also bei der Bewegung des Stückes M in der Öffnung auf dem oben genannten Gradbogen spielt. Legt man nun die Platte P an die Kante oder Fläche, deren Neigung bestimmt werden soll, und verschiebt das Stück M in der runden Öffnung so lange, bis die Libelle horizontal liegt, so gibt der Zeiger die Neigung in Winkelgraden an. Damit das Stück M nicht aus der zylindrischen Öffnung herausfällt, ist seine Peripherie mit einer Nut versehen, in die von außen her eine kleine Schraube bei s eintritt, die auch zugleich ein Festklemmen bewirkt, wenn das Instrument zu einem bestimmten Zwecke (nur als Wasserwaage oder Vertikalwaage usw.) dienen soll.

Inwieweit die oben beschriebenen, Winkel messenden Werkzeuge auch beim Montieren usw. zur Verwendung kommen können, bedarf hier wohl keiner weiteren Erklärung.

### III. Mittel zum Anzeichnen, Vorzeichnen und Einteilen.

Das Anzeichnen, Vorzeichnen und Einteilen hat den Zweck, dem Arbeiter die Lage oder Richtung anzugeben, wo und wohin er eine Arbeit vorzunehmen hat. Deshalb kommen hier nur Punkte und Linien in Betracht, weil die letzteren ja auch etwaige Flächen, die abgearbeitet werden sollen, festlegen.

Beim Arbeiten in Holz genügt es in der Regel, die Stellen eines Punktes oder den Lauf einer Linie mit einem Bleistift zu bezeichnen; bei Metallarbeiten und oft auch bei Holzarbeiten reicht dieses Hilfsmittel nicht aus; man muß vielmehr die Zeichen in das Material eindrücken (Punktieren, Reißen). Dazu bedarf man eines spitzen, harten Werkzeuges.

## A. Körner, Mittelpunktlicher, Linienreißer, Reißmaß, Richtplatte.

Um Punkte anzugeben (körnen, ankörnen, Amorcer, *To mark the centre*) z. B. zur Angabe der Stelle für Löcher beim Schmieden, Bohren etc. besteht dieses Werkzeug aus einem Stahlstäbchen (Körner, Amorçoir, *Centre punch*) mit einer konischen oder pyramidalen Spitze, welche man auf das Arbeitsstück setzt und mit einem Hammerschlag eintreibt oder bei weichem Material mit der Hand eindrückt. — In manchen Fällen muß man an Zylindern oder anderen Rotationskörpern auf der Endfläche zum Ankörnen erst den Achsenpunkt (Mittelpunkt) suchen (Zentrieren). Auch für diesen Zweck stehen kleine Werkzeuge in Anwendung (Mittelpunktlicher, Mittelsucher, *Centre punch*), welche nach zwei Prinzipien konstruiert werden. Entweder steckt man einen Körner durch die Spitze eines konischen Trichters und setzt diesen auf die Endfläche des Arbeitsstückes; ein Schlag auf den Körner markiert dann den Kreismittelpunkt. Oder man legt an die Rundung des Arbeitsstückes ein Winkelmaß von  $90^{\circ}$ , auf dem noch ein Lineal sitzt, welches den Winkel halbiert und zieht an diesem Lineal einen Strich, welcher natürlich durch den Mittelpunkt geht. Darauf legt man dieses Werkzeug an eine zweite Stelle an und zieht wieder einen Strich: wo beide Striche sich schneiden, liegt der Mittelpunkt. Wie der in Fig. 72 dargestellte Universalwinkel auch hierzu gebraucht werden kann, ist mit Hilfe des eingezeichneten Kreises leicht zu erkennen.

Zum Reißen einer Linie gebraucht man ein scharf spitziges Stahlstäbchen (Reißnadel, Reißspitze, Pointe, Pointe à tracer, Traceret, *Darwing point*, *Scriber*, *Marking awl*), welches mitunter die Spitze seitwärts bekommt (Reißhaken) und das man an einer Führung (Lineal, Règle, *Rule*) entlang zieht. — Zum Einreißen gerader Linien ist natürlich auch das Lineal gerade; zum Einreißen krummer Linien wird ein Kurvenlineal oder eine Lehre benutzt. Die geraden Lineale werden häufig mit einer Teilung versehen und als Maßstab gebraucht und dann sehr zweckmäßig aus einem dreieckigen Prisma mit einer Teilung an den schrägen Flächen hergestellt. Wenn sie unten ausgehöhlt sind, also aus Winkeleisen angefertigt sind, so kann man an ihnen auch bequem gerade Linien auf Zylinder, parallel zur Achse ziehen (Rohrmaß, Bohrlehre).

Sollen parallel einer geraden Kante eines Arbeitsstückes oder parallel einer ebenen Fläche an demselben, Linien in bestimmten Abständen gerissen werden, so kann man die Kante oder Fläche selbst als Führung benutzen, indem man an derselben ein Holz- oder Metallstück hingleiten läßt, das in dem bestimmten Abstände eben die Reißspitze trägt. Das auf solche Weise entstehende Werkzeug (Reißmaß, Reißnadel, Streichmaß, Streichmodel, Trusquin, Tracequin, *Marking gauge*, *Cutting gauge*)<sup>1)</sup> muß übrigens verschieden hergerichtet sein, je nachdem eine Kante oder eine (oft künstlich zu vorliegendem Zwecke angebrachte) Fläche zur Führung dient.

Wird es einer Kante entlang geführt, so besteht es wesentlich aus einem Anschlag oder Kopf (Tête, Appui, *Head*) A. Fig. 77 von Metall oder Holz, oder Holz mit Metall beschlagen, und einem durch den Anschlag gehenden Stabe B (Riegel, Tige, *Stem*) ebenfalls von Holz oder Eisen, der am Ende bei B die Reißspitze trägt. Damit das Reißmaß dann für verschiedene Entfernungen brauchbar ist, wird das Stäbchen B in dem Anschlag A verschieb-

1) Dinglers Journ. 252, 221; 257, 504; 260, 568; 292, 36.

bar und durch Druckschrauben oder Keile feststellbar eingerichtet. — Noch brauchbarer wird das Streichmaß, wenn zwei Riegel durch den Anschlag gehen (doppeltes Streichmaß), weil man dann damit imstande ist, gleichzeitig zwei parallele Linien auf einmal zu ziehen und zwar in beliebigem Abstände, sowohl vom Rande als auch unter sich. Diese zwei Riegel werden entweder nebeneinander gelegt und durch zwischenliegende Keile festgehalten (wie Fig. 78 an dem gewöhnlichen Tischlerstreichmaße zeigt, wo A der Anschlag,



Fig. 77.

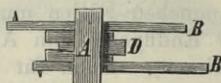


Fig. 78.

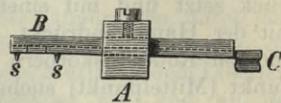


Fig. 79.

A B die Riegel und D die Befestigungskeile bedeuten) oder durch Klemmschrauben angedrückt. Dann ist der Anschlag ein viereckiger Ring, durch den die beiden durch Nut und Feder ineinandergelassenen Riegel gehen, welche beide von der am Ringe seitwärts sitzenden Schraube zusammengepreßt werden, oder es liegt ein Riegel so in dem zweiten, daß beide sowohl gegen sich als gegen den Anschlag zu verschieben sind. Diese höchst zweckmäßige Anordnung geht aus Fig. 79 hervor. A ist der Anschlag und B der Riegel aus Holz, welcher an einer Seite eine viereckige oder besser schwalbenschwanzförmige Nut hat. In dieser Nut ist ein ebenso geformtes Eisen oder Messingstäbchen C mit einem kleinen Griff C verschiebbar; deshalb kann man sowohl die Entfernung der beiden Reißspitzen unter sich, als auch zu dem Anschlag A nach Bedürfnis ändern. Die doppelten Streichmaße dienen namentlich zum Vorreißen von Zapfenlöchern und werden deshalb auch Zapfenstreichmaß (Trusquin d'assemblage, *Mortice gauge*) genannt. Mitunter werden auch bei den doppelten Streichmaßen Schrauben für die Bewegung der Riegel angebracht. — Ein dem Streichmaß verwandtes Werkzeug ist noch das Stellmaß, welches aus einem langen Maßstab besteht, auf dem sich ein Anschlag bewegen läßt. — Bei der Benutzung einer Fläche zur Führung des Reißmaßes kann diese Fläche entweder an dem Arbeitsstücke festsitzen, wie z. B. bei dem Schieberkasten eines Dampfzylinders, wenn die Dampfkanäle für eine etwaige Nacharbeit angerissen werden müssen, und überhaupt bei winkligen Arbeitsstücken, oder man muß eine gerade Fläche vorübergehend damit verbinden, wenn z. B. das Werkstück schon fest liegt und man eine horizontale Linie reißen will. In allen Fällen aber ist der Anschlag und damit die Einrichtung eines gewöhnlichen Reißmaßes nicht anwendbar. Man bedarf vielmehr statt des Kopfes einer Platte, die auf der Führungsplatte sich bewegen läßt und an Stelle des Riegels ein festes Stäbchen besitzt, an welchem die Reißspitze sich auf- und niederbewegen kann. Das Werkzeug wird also auf dieser Platte (Fuß) stehend gebraucht (stehendes Streichmaß, *Side-gauche*<sup>1)</sup>). Die etwa behufs des Anreißens besonders anzubringende Fläche ist die sogen. Richtplatte (*Surface plate*), eine je nach Bedürfnis kleine oder große viereckige Gußeisenplatte mit möglichst ebener Oberfläche, und der Leichtigkeit als auch des festeren Hinlegens wegen unten nur mit einem rings herumlaufenden Rande oder mit Rippen oder vier Füßen versehen, auch bei großen Platten oft gitterartig durchbrochen. Diese Richtplatte wird entweder vor das Arbeitsstück gelegt oder dieses mit der ebenen Fläche, zu der eine

1) Dinglers Journ. 292, 35. — Whitworth, Meßmaschine. Jena 1879.

Linie parallel gezeichnet werden soll, auf die Richtplatte gestellt. Für den letzten Fall hat man sogar besondere Anreißtische, welche oft 1 m breit und bis 3 m lang sind und auf eingeschraubten Füßen ruhend, ein für allemal in der Werkstatt fest aufgestellt sind.

Die gewöhnliche Einrichtung des stehenden Streichmaßes geht aus Fig. 80 hervor. Der tellerförmig hohle Fuß *F* trägt die Stange *S*, auf welcher eine Hülse *H* auf und nieder zu verschieben und durch eine seitwärts sitzende Stellschraube zu befestigen ist. An dieser Hülse sitzt eine Querhülse, durch welche die Reißnadel *a b c* geht, die ebenfalls durch eine Stellschraube festzuklemmen, sonst aber ebensowohl in der Längenrichtung zu verschieben, als um die Achse *b c* zu drehen ist. Durch diese Drehbarkeit kann die Spitze *a* im Kreise bewegt und in eine verschiedene Höhenlage zu der Spitze *c* gebracht werden. Hierdurch erreicht man die Bequemlichkeit, auch zwei parallele Linien, die eine mit *c*, die andere mit *a* anzureißen, deren Abstand gleich ist dem Vertikalabstande von *a* und *c*, also zwischen Null und *a b* liegen kann. Durch sanfte Hammerschläge auf *b* und *d* findet zugleich ein Ankörnen statt. Sehr empfehlenswert bei den stehenden Reißmaßen ist eine Teilung des Stabes *S* nach dem gebräuchlichen Maße, um dadurch sofort bestimmte angegebene Höhen abzugreifen. — Manche für feine Abmessungen bestimmte Reißmaße dieser Art sind mit Mikrometerschraube versehen, welche in ähnlicher Weise wie bei der Schublehre Fig. 68 genaue Einstellungen bewirkt.

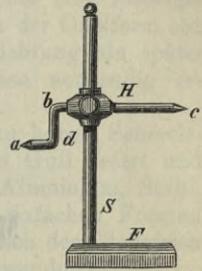


Fig. 80.

## B. Zirkel.

Zum Vorzeichnen von Kreisen bedient man sich fast ausschließlich des Zirkels und zwar desselben Zirkels mit seinen Variationen, der auf S. 61 etc. ausführlich beschrieben ist, indem die eine Zirkelspitze als Reißspitze benutzt wird. Zu bemerken sei nur noch, daß in dem Fall, wo um ein bereits vorhandenes Loch ein Kreis gezogen werden soll, die eine Zirkelspitze mit einem konischen Stück zum Einsetzen in das Loch versehen wird, wie aus Fig. 44 S. 62 genügend hervorgeht. Seltener reißt man um eine kreisrunde Scheibe herum, als Leitlinie, einen Kreis auf.

Mitunter namentlich bei Holzarbeitern kommen Ellipsen oder Ovale vor (ovale Tische, Gefäße etc.). Diese Linien werden mit einem Ellipsenzirkel, (Compas à ovale, Compas à ellipse, *Oval compasses*) einfachster Konstruktion, wie sie aus Fig. 81 erhellt, gezogen. Eine runde Scheibe *A* aus Holz oder Metall hat zwei sich in deren Mittelpunkt schneidende Nuten, in denen zwei Gleitstücke *a*, *b* liegen, welche durch eine Stange *c d* verbunden sind, an deren Ende bei *d* eine Reißspitze oder ein Bleistift sitzt. Hält man nun *A* fest, was durch ein paar kleine spitze Stifte unterstützt wird und dreht *d* herum, so beschreiben die Spitze bei *d* eine Ellipse. Da die Stange *c d* verschiebbar durch kleine Hülsen geht, welche an *a* und *b* sitzen, so ist man imstande, nicht nur das Verhältnis, sondern auch die Größe der Ellipsendurchmesser beliebig zu ändern, wodurch die Brauchbarkeit des Werkzeuges wesentlich erhöht wird.

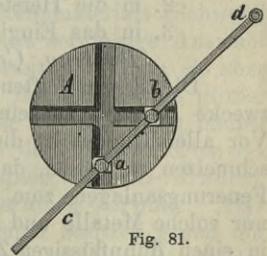


Fig. 81.

### Dritter Abschnitt.

## Metall-Gießerei im allgemeinen<sup>1)</sup>.

Wenn sich in einem Gefäße eine Flüssigkeit befindet, so wird diese vermöge eines hydrostatischen Grundgesetzes die innere Gestalt des Gefäßes annehmen und bei einer etwaigen Erstarrung behalten. Der in dem Gefäße vorhandene Raum wird dann um so vollständiger ausgefüllt, je dünnflüssiger die Flüssigkeit ist, je größer der Druck, der auf ihr lastet, z. B. durch eine Flüssigkeitssäule und je flacher die Vertiefungen und Aushöhlungen an der Gefäßwand sind. Die angenommene Gestalt der Flüssigkeit wird nach dem Erstarren am vollständigsten erhalten bleiben, wenn im Augenblicke des Erstarrens wenigstens keine Volumveränderung eintritt. Ist demnach die Aufgabe gegeben, aus Metall einen bestimmt geformten Gegenstand herzustellen, so kann man sie offenbar dadurch lösen, daß man das Metall in einen flüssigen Zustand versetzt, dann in eine Hohlform von der vorgeschriebenen Gestalt gießt und darin erstarren läßt. Derjenige Zweig der Metallverarbeitung, welcher sich mit der Lösung dieser Aufgabe beschäftigt, ist die Gießerei (*Fonderie, Foundry, Casting*).

Die Gießerei zerfällt demnach, abgesehen von der Wahl der Metalle, in drei Grundarbeiten:

1. in das Flüssigmachen (Schmelzen, Fusion, *Melting*) der Metalle,
2. in die Herstellung der Form (*Formerei, Moulage, Moulding*),
3. in das Eingießen des Metalles in die Form (eig. Gießen, *Coulage, Pouring, Casting*).

Die Eigenschaften, welche die Metalle besitzen müssen, um für Gießereizwecke tauglich zu sein, ergeben sich aus den oben gemachten Andeutungen. Vor allen Dingen ist die Eigenschaft die wichtigste, sich bei solcher Temperatur schmelzen zu lassen, daß sich nicht unzweckmäßige und schwierig auszuführende Feuerungsanlagen zum Schmelzen größerer Mengen ergeben. Zweitens können nur solche Metalle und Metallmischungen verwandt werden, die beim Schmelzen in einen dünnflüssigen Zustand übergehen, weil nur diese die Form gehörig aus-

<sup>1)</sup> Karmarsch, Fischer. Techn. Bd. I, S. 74. — Guettier, De la Fonderie telle qu'elle existe aujourd'hui en France et de ses nombreuses applications à l'industrie. Paris 1882. — Abbas, Handbuch der Metallgießerei. Weimar 1875. — Wüst, Handbuch der Metallgießerei. Leipzig 1897. — Sharp, Modern foundry practice. London 1900. — Bale, Modern foundry practice. London 1902. — West American foundry practice, 10. Aufl. New York 1900.

füllen, und endlich ist die Art des Erstarrens, d. h. ob dieses mit einer Volumveränderung (Vergrößerung oder Verminderung) oder sonstigen Erscheinungen (z. B. Blasenziehen) verbunden ist oder ob die Form der ganzen Ausdehnung nach unverändert bleibt, zu berücksichtigen. Im ersten Kapitel ist bei der Abhandlung über die Eigenschaften der Metalle und ihrer Legierungen immer auf ihre Anwendbarkeit zur Gießerei zwar hingewiesen, allein die Art und Weise des Schmelzens (ob dieses schnell oder langsam, ob bei hoher oder niedriger Temperatur usw. geschieht), des Eingießens, die Beschaffenheit der Gießform etc. führen so manche Abweichungen herbei, daß nach dieser Richtung hin später noch einige Ergänzungen über die Natur der Gußmaterialien notwendig erscheinen.

Da das Schmiedeeisen und das Platin wegen ihrer zu hohen Schmelzpunkte, desgleichen das Kupfer, weil es einen sehr löcherigen Guß liefert und die Form schlecht ausfüllt, von der Gießerei ausgeschlossen, Aluminium, Stahl, Silber und Gold selten und dann in der Regel nur in sehr einfachen Formen gegossen werden, so bleiben demnach für den regelmäßigen Betrieb der Gießereien hauptsächlich folgende Metalle und Metallmischungen in Verwendung:

Roh- (Guß-)Eisen, Zinn, Zink, Blei, Tombak, Messing, Bronze, Argentan, Britanniametall und die sämtlichen Legierungen von Zinn mit Blei, Blei mit Antimon etc.

## I. Schmelzen der Gußmaterialien<sup>1)</sup>.

Da sowohl die Schmelzpunkte als die Mengen der zur Gießerei verwendeten Metalle außerordentlich weit auseinanderliegen und da sich außerdem das Verhalten dieser Metalle im geschmolzenen Zustande zu dem Sauerstoff der Luft, dem Brennmaterial und anderen Stoffen der Umgebung sehr verschieden zeigt, so weisen auch die Schmelzvorrichtungen, diesen Verhältnissen entsprechend, eine große Mannigfaltigkeit in ihren Anlagen und Einrichtungen auf. — Im allgemeinen lassen sie sich jedoch in zwei Klassen teilen, je nachdem das Schmelzmaterial unmittelbar mit dem festen Brennmaterial oder dessen Flammen in Berührung kommt (Schachtöfen, Flammöfen), oder sich in Gefäßen (Tiegeln, Kesseln) befindet, die dem Feuer ausgesetzt werden (Tiegelöfen, Kesselöfen).

Die Schachtöfen bilden zylinderähnliche Behälter aus feuerfestem Material, in denen das Gußmaterial mit dem Brennmaterial in direkter Berührung ist. Sie haben deshalb den Nachteil, daß das Gußmaterial in ihnen während des Schmelzens leicht fremde, schädliche Substanzen des Brennmaterials (Schwefel der Steinkohle etc.) aufnimmt und bedingen demnach eine sorgfältige Auswahl des Brennmaterials (Holzkohle, Koks, Anthrazit); andererseits gewähren sie aber die Möglichkeit eines ununterbrochenen Betriebes und des Schmelzens großer Metallmengen bei verhältnismäßig hoher Temperatur: sie dienen darum hauptsächlich zum Schmelzen von Gußeisen und führen dann den Namen Kupolöfen (Fourneau à manche, F. à coupole, Cubilot, *Cupola*, *Cupola-furnace*). — Die Flammöfen (Fourneau à réverbère, *Reverberatory furnace*, *Air-furnace*) mit ihrem vom Schmelzraum getrennten Feuerraum besitzen gegen die Schachtöfen den Vorteil, daß das Schmelzmaterial nur mit der Flamme in Berührung kommt, wodurch die Auswahl des Brennmaterials nur insofern beschränkt ist, als es möglichst lange Flammen geben muß (Steinkohle, Holz,

<sup>1)</sup> C. F. Dürre, Wissenschaftlich-technisches Handbuch des gesamten Eisengießerei-Betriebes. 3. Aufl. Leipzig 1896. — Ledebur, Eisen- und Stahlgießerei. 3. Aufl. Leipzig 1901.

Torf, Gas etc.). Der Betrieb derselben kann aber kein kontinuierlicher sein in dem Sinne des Schachtofens (d. h. es können nur immer abgemessene Mengen geschmolzen werden), infolgedessen ein großer Verlust an Wärme vorhanden ist durch den Anteil, der von den Wänden aufgenommen und abgegeben wird, wenn die Schmelzungen nicht rasch aufeinander folgen.

### A. Kupolöfen.

Die Konstruktion eines gewöhnlichen Kupolofens<sup>1)</sup> geht aus Fig. 82 hervor. Er besteht der Hauptsache nach aus einem zylindrischen Schacht A, der durch eine oben angebrachte Tür B (Gicht) das Material zum Verschmelzen aufnimmt, und in dessen unterem Teil C (Herd) das geschmolzene Metall sich ansammelt. Die Zuführung der zum Verbrennen erforderlichen atmosphärischen Luft geschieht fast ausschließlich durch Gebläse an einer Stelle F des Schachtes, über dem Herde C. Nach oben hat der Ofen eine aus Eisenblech oder aus Steinen hergestellte Fortsetzung (Esse) E, welche die Verbrennungsprodukte (Gichtgase) abführt und entweder unmittelbar auf den Schacht oder auf einen Träger gestellt ist, in welchem letzteren Fall der Ofen sich frei ausdehnen und zusammenziehen kann.

Der Schacht ist aus drei konzentrischen Schichten zusammengesetzt. Die äußere Schicht M zur Stütze des Ofenkörpers ist eine eiserne Hülle (Mantel), die innere (Kern-

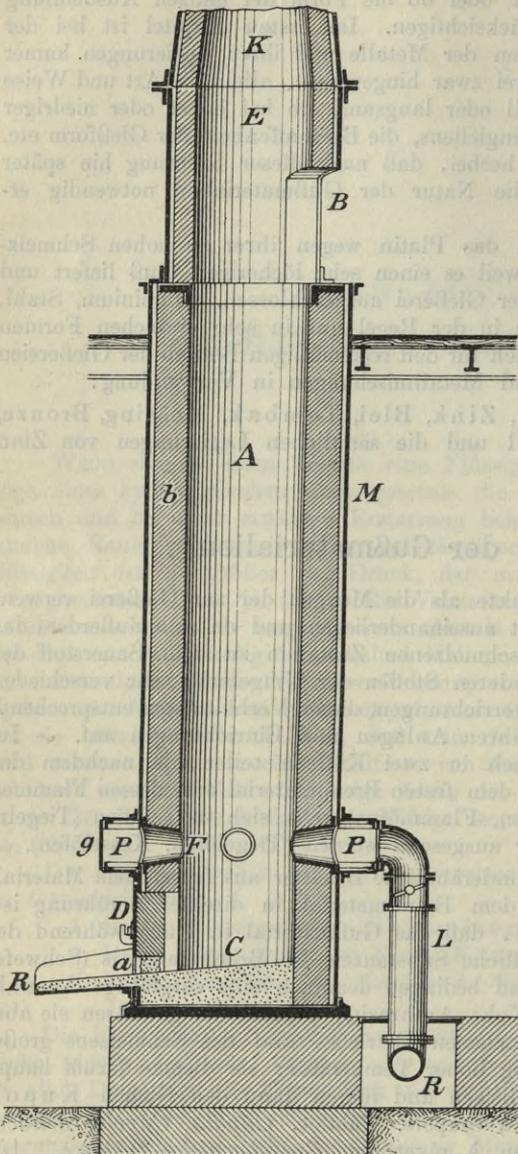


Fig. 82.

<sup>1)</sup> Kirchner, Die Kupolöfen. Berlin 1891. — Stahl u. Eisen 1902, S. 610. — Hütte, 1854, Taf. 4. 1855, Taf. 15, 21. 1867, Taf. 23. 1868, Taf. 1. — Ztschr. d. V. d. Ing. 3884, S. 16, 648, 911; 1885, S. 915; 1886, S. 678, 704; 1889, S. 635. — Dinglers Journ. 150, 186; 179, 150; 231, 38; 245, 14; 248, 506; 251, 411; 258, 171, 443; 259, 366; 261, 197; 274, 163; 302, 150.

schacht) b besteht aus feuerfestem Material (Schamotte), und dazwischen befindet sich ein Zwischenraum von etwa 12—18 mm, welcher die freie Ausdehnung der erhitzten Kernmauer zuläßt und gleichzeitig als schlechter Wärmeleiter dient, zu welchem Zwecke er mit Asche und dergleichen gefüllt wird. Zweckmäßiger erscheint es, ihn ganz leer zu lassen, weil die Luft, wenn sie nur an einer Bewegung verhindert wird, als schlechter Wärmeleiter genügt und der Ausdehnung der Kernmauer keine Hindernisse bietet.

Der Ofenmantel ist gewöhnlich zylindrisch aus Schmiedeisen (Blech) oder Gußeisen hergestellt. Wenngleich die Anwendung von Gußeisen deshalb am zweckmäßigsten erscheint, weil die Gießereien sich dann den Mantel selbst herstellen können, so sind doch Blechmäntel die verbreitetsten und beliebtesten, um so mehr, als unbrauchbar gewordene Dampfkessel hier noch eine ausgezeichnete Verwendung finden. Die Mäntel von Gußeisen werden entweder aus einzelnen aufeinander gestellten Zylinderstücken mit Muffen, oder aus Platten, welche mit schräg angegossenen Flantschen versehen sind und durch Schrauben verbunden werden, zusammengesetzt.

Der Kernschacht oder das Schachtfutter wird innerhalb des Mantels aus feuerfesten Formsteinen mit Schamottemörtel aufgemauert und bekommt 15 bis 30 cm Wandstärke. Das Schachtfutter ruht auf dem ebenso hergestellten Gestellfutter und dieses auf einer Bodenplatte. Oft dienen an dem Mantel festsitzende Rippen aus Winkeleisen oder angegossen als Verbindungsmittel zwischen Futter und Mantel. In dem untersten Teile des Schachtes unmittelbar auf der Grundplatte befindet sich der Boden des Herdes, auf welchem sich das geschmolzene Metall ansammelt. Dieser Boden C wird in einer durchschnittlich 15—22 cm dicken Schicht aus sogen. Masse (fetter Sand) angefertigt und fast nach jeder Schmelzung erneuert. An einer Seite des Herdes ist die Arbeitstür D angebracht, die zunächst den Zweck hat, einen Arbeiter in den Ofen zu lassen, um die Reparaturen und das Einstampfen des Bodens vorzunehmen und deshalb in der Regel 30 cm breit und 36 cm hoch ist. Sie wird inwendig mit feuerfesten Steinen ausgefüllt, beim Vorsetzen mit Lehm verschmiert und durch eine in Klammern vorgelegte Eisenstange festgehalten. Unten hat diese Tür einen Einschnitt (Stichloch) a, nach welchem sich der Herdboden um 5—8 cm senkt und vor dem sich eine Rinne R in passender Höhe befindet, durch welche das Metall in die untergehaltenen Gefäße läuft, wenn der das Stichloch schließende Lehmpropfen herausgezogen wird.

Die Aufgebetür B ist ähnlich wie die Arbeitstür eingerichtet, nur zweckmäßiger um Angeln drehbar. Der ganze Ofen endlich ruht auf einem Fundament, das etwa 45—46 cm über die Hüttensohle reicht. — An den Ofen schließt sich noch oben die etwa 8—10 m hohe Esse an, welche in der Regel aus einem Eisenblechrohre von etwa 60 cm Durchmesser besteht und durch einen Kegelanatz sich unten zum Ofendurchmesser erweitert.

Der Betrieb eines Schachtofens beginnt mit der Erwärmung, d. h. mit dem Einwerfen glühender Kohlen, Anlassen des Gebläses bei offenem Stichloch (um den Herd gut anzuwärmen) und Aufgeben neuer Koksgichten (Füllkoks) bis auf  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  der Schachthöhe. Nachdem diese gehörig in Glut gebracht sind, was die Gichtflamme anzeigt, werden abwechselnd Gichten von Eisen und Koks (Schmelzkoks) aufgegeben, bis die ersten Eisentropfen aus dem Stichloche sich zeigen, und darauf dieses mit einem an einer Stange sitzenden Lehmpropfen verstopft. Bald darauf kann das Eisen je nach Bedarf abgelassen (abgestochen) werden, natürlich nachdem der Lehmpropfen entfernt ist. Den Fortgang des Schmelzens erkennt man durch die mit Glimmerplatten bedeckten vor den Formen angebrachten Schaulöcher g Fig. 82. —

Das Brenn- und Schmelzmaterial, welches in den Ofen gebracht werden soll, muß auf eine Plattform (Gichtboden) vor der Aufgabetür gefördert werden, was entweder auf einer geneigten Ebene oder durch Winden und Hebevorrichtungen (Gichtaufzüge) geschieht.

Die Wärmemenge  $W$ , welche zum Schmelzen des Eisens erforderlich ist, läßt sich bestimmen aus der spezifischen Wärme  $s$ , der Schmelztemperatur  $t$  und der Schmelzwärme  $w$  des Eisens:

$$W = st + w.$$

Unter der Annahme, daß  $s = 0,12$ ,  $t = 1250$  und  $w = 30$  ist, würde diese Wärmemenge also betragen

$$W = 0,12 \cdot 1250 + 30 = 150 + 30 = 180 \text{ Kalorien}$$

für 1 kg Gußeisen. — Mit Rücksicht jedoch auf die unvermeidliche Abkühlung des geschmolzenen Eisens während des Transportes etc. bedarf dasselbe einer Überhitzung, und wenn dasselbe z. B. im Winter stark abgekühlt in den Ofen gelangt, eines höheren Wärmearaufwandes, so daß es angezeigt ist, der Berechnung 300 Kalorien zugrunde zu legen, zumal noch Wärme zum Schmelzen der Schlacke usw. verbraucht wird.

Zur Erzeugung der Wärme im Kupolofen dient Koks. Unter der Annahme, daß 1 kg Koks beim Verbrennen des Kohlenstoffs zu Kohlensäure eine Wärmemenge von 7000 Kalorien hervorbringt, ergibt sich zum Schmelzen von 100 kg Eisen ein Aufwand von Schmelzkoks von  $30\,000 : 7000 = 4,5$  kg, also 4,5 %.

Dieser Koksaufrwand erhöht sich aber noch dadurch, daß die Gase mit bedeutender Temperatur den Ofen verlassen, daß die Ofenwände erwärmt werden und daß sonstige Wärmeverluste unvermeidlich sind, weshalb der wirkliche Verbrauch an Schmelzkoks zwischen 7 und 12 kg auf 100 kg Eisen schwankt. Obwohl nun zum Verbrennen von 1 kg Kohlenstoff zu Kohlensäure 2,29 kg Sauerstoff entsprechend 7,75 Luft (Wind) ausreicht, und demnach auf 1 kg Koks etwa 7,0 cbm Wind zu rechnen wäre, so ist wegen Windverlust und Aufwand von Sauerstoff zum Oxydieren von Eisen, Silizium usw. als Grundlage für die Abmessungen der Gebläse, Windleitungen u. dergl. durchschnittlich anzunehmen, daß dem Ofen für 1 kg Koks 8,5 cbm Wind zuzuführen ist. Soll also in einem Kupolofen stündlich 100 kg Eisen mit 70 kg Koks geschmolzen werden, so ist dazu 595 cbm, also in der Minute rund 10 cbm Luft einzublaseu. — Um diese Menge Luft (Wind, Vent, Air, *Blast*, *Wind*) sicher und in angegebener Weise zur Wirkung zu bringen, ist sie so dem Brennmaterial zuzuführen, daß sie sich rasch über die ganze Oberfläche desselben verbreitet und außerdem die entstehenden Verbrennungsprodukte in dem Schachte in der Weise vor sich hertreibt, daß ihr unaufhörlich neue Angriffspunkte des Brennstoffes dargeboten werden. Zu dem Zwecke bedarf sie einer Pressung, welche ausreicht, sämtliche Widerstände zu überwinden. Diese Pressung liegt erfahrungsmäßig zwischen 200—400 mm Wassersäule; neuere Untersuchungen haben sogar ergeben, daß eine Pressung von 55—80 mm zur Überwindung der Widerstände in der Schmelzsäule genügt<sup>1)</sup>. Zur Hervorbringung der erforderlichen Pressung bedient man sich fast ausschließlich der Gebläse, insbesondere der Flügel- und Kapselgebläse<sup>2)</sup>. Von dem Gebläse gelangt der Wind durch

1) Ztschr. d. V. d. Ing. 1886, S. 678. — 2) J. v. Hauer, Die Hüttenwesens-Maschinen, 2. Aufl. Wien 1876. — Schlink, Gebläse. Berlin 1880. — v. Ihering, Gebläse. 2. Aufl. Berlin 1903. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1885, S. 221. — Weisbach, Mechanik. 2. Aufl. III. 2. S. 1050.

Röhren R, L zum Ofen und dann durch Ansatzstücke (Düsen), welche ihrerseits wieder in runden in Mantel und Futter ausgesparten Öffnungen (Formen, Tuyère, *Tue-iron*) liegen, oder vermittelt eines um den Ofen herumlaufenden Hohlringes PP und Formen F in den Schacht. Zum Erkennen der Pressung befindet sich an passender Stelle unmittelbar vor dem Ofen auf der Windleitung ein Wasser- oder Quecksilbermanometer.

Bezüglich der Größe der Eintrittsöffnungen d. h. des lichten Querschnittes der Formen ist zu bemerken, daß unter sonst gleichen Umständen (gleiche Menge und Pressung des Windes etc.) die Eintrittsgeschwindigkeit der Luft um so größer werden muß, je kleiner dieser Querschnitt ist. Wird nun berücksichtigt, daß die Schmelzwärme am vorteilhaftesten erzeugt wird, wenn sich die Verbrennung in einem kleinen Raum (Schmelzzone) vollzieht, daß aber bei großer Eintrittsgeschwindigkeit die Luft schnell zwischen dem Brennmaterial aufsteigt und infolgedessen einen großen Verbrennungsraum hervorbringt, so ist begreiflich, daß große Querschnitte der Formen den Schmelzvorgang wesentlich günstiger gestalten. Erfahrungsmäßig soll dieser Querschnitt mindestens  $\frac{1}{8}$  des Schachtquerschnittes betragen, kann aber  $\frac{1}{2}$  erreichen und überschreiten. Da bei letzterer Größe noch unter einer geringen Pressung genügend Wind in den Ofen gelangt und die Schmelzzone sich dabei unmittelbar vor den Formen — als der günstigsten Stelle — bildet, so verdient sie sogar den Vorzug.

Um bei Eintritt der Luft in den Ofen eine rasche gleichmäßige Verbreitung derselben zu erzielen, ist für eine zweckmäßige Verteilung der Formen Sorge zu tragen, indem man sie in gleichen Abständen voneinander der Schachtmauer einfügt, was bei mehreren Formen am einfachsten dadurch erreicht wird, daß man einen ringförmigen Kanal (Windring, Formring) P Fig. 82 u. 83 anwendet, der um den Schacht herumläuft, an 1 oder 2 Stellen mit der Windleitung R in Verbindung steht und dem Ofen zugekehrte radial ausmündende Ansätze besitzt. In vollendetster Weise führt ein herumlaufender Schlitz (Fig. 85) oder ein System großer Gewölbe (Fig. 84) die Luft ein, weshalb Kupolöfen auch vielfach mit solchen Schlitzformen<sup>1)</sup> oder Gewölben hergestellt werden.

Die Lage oder Höhe der Formen über dem Herdboden hängt zunächst ab von dem Fassungsraum, der dem Herd gegeben werden soll, also von der Größe des Ofens und dann von dem Brennmaterial, so zwar, daß bei starkem Gebläse und Koks die Höhe viel größer (50—75 cm) sein kann als bei schwachem Gebläse und Holzkohlen (30—40 cm); d. h. je größer die Intensität des Feuers ist, je höher können die Formen liegen, weil dann selbst aus dieser größeren Entfernung von der Hauptverbrennungszone noch ein genügendes Warmhalten des geschmolzenen Eisens möglich ist. Um aber bei ungleichen Mengen in einem Ofen eine möglichst gleichbleibende Entfernung der Formen von der Eisenoberfläche zu erzielen, kann die Anordnung getroffen werden, mehrere Formreihen (Fig. 83) übereinander anzubringen. Die Zahl der Reihen steigt je nach Bedürfnis von 2 auf 6, wobei mitunter die Reihen in einer Schraubenlinie angeordnet werden<sup>2)</sup>. — Um in Kupolöfen mit großen Durchmessern eine gleichmäßige Verteilung des Windes bei geringer Pressung zu ermöglichen, ist vorgeschlagen (West), außer der gewöhnlichen Düsenordnung noch eine Windform im Innern des Ofens auf der Mitte des Herdes eine sog. Zentralform anzubringen<sup>3)</sup>.

1) Ztschr. d. V. d. Ing. 1886, S. 678. — Dinglers Journ. 228, 473; 243, 405; 255, 423. — 2) Dinglers Journ. 274, 164; 302, 155. — 3) Dinglers Journ. 302, 155.

Die Größe eines Kupolofens setzt sich zusammen aus dem Schachte und dem Herde und wird bestimmt von der Menge Schmelzmaterial, die der Ofen aufnehmen soll. — Für den Fassungsraum des Herdes ergibt sich für je 500 kg geschmolzenes Eisen 0,07 cbm, so daß z. B. für 15000 kg der Inhalt 2,1 cbm sein muß. — Den Schachtraum bildet das Produkt aus Höhe mal mittlerem Querschnitte. Betriebsrücksichten begrenzen die Höhe zwischen 2,5—5,0 m über den Formen; also etwa 3,0—5,75 m über der Herdsohle. — (Wenn zwar einerseits in hohen Schächten die Wärmeabgabe an den niedersinkenden Inhalt, also das Vorwärmen begünstigt wird, so tritt andererseits eine Vermehrung des Widerstandes ein, welche eine nicht wünschenswerte Steigerung der Windpressung nötig macht; daher kommt die oben bezeichnete äußere Höhengrenze.) — Der Querschnitt — gemessen in der Formenhöhe — richtet sich außerdem nach dem Brennmaterial und der Windpressung und kann um so kleiner genommen werden, je mehr Heizkraft dieses Material in einem bestimmten Volumen enthält und je höher die Pressung ist. — Man rechnet durchschnittlich auf 1000 kg stündlich zu schmelzendes Eisen, bei festem Koks

700 qcm Querschnitt bei 40 g Winddruck oder 400 mm Wassersäule.					
900 "	"	"	30 "	"	300 "
1100 "	"	"	20 "	"	200 "
1300 "	"	"	15 "	"	150 "

im mindesten aber einen Durchmesser von 50 cm, damit der Schacht zugänglich bleibt.

Die Kupolöfen haben im Laufe der Zeit mancherlei Konstruktionsänderungen erfahren, die besonders eine Verminderung des Brennmaterials oder eine Beschleunigung des Niederschmelzens erzielen sollen. Man suchte dies namentlich durch eine von der zylindrischen Form abweichende innere Gestalt des Kernschachtes zu erreichen, indem man diesen nach oben oder nach unten kegelförmig erweiterte oder verengte oder ganz durch Kegel ersetzte, oder im Gestelle verengte. Dies letztere Verfahren verdient besondere Erwähnung und da es am zweckmäßigsten bei dem Schachtöfen von Ireland<sup>1)</sup> zur Ausführung gelangt ist, so mag dieser Ofen hier noch speziell mit Hilfe der Fig. 83 beschrieben werden. Der Schacht A ist zylindrisch, aber nach unten kegelförmig abschließend. Der untere Kegelstumpf C führt zu dem Gestelle D, um das ein Windring mit zwei Formenreihen mit je vier und acht Formen liegt. Diesem Windringe wird von dem Hauptrohre R durch das Zweigrohr L die Gebläseluft zugeführt. Durch die Einschnürung des Gestelles wird die Hitze in demselben sehr intensiv und darum kann der Fassungsraum F verhältnismäßig sehr groß genommen werden.

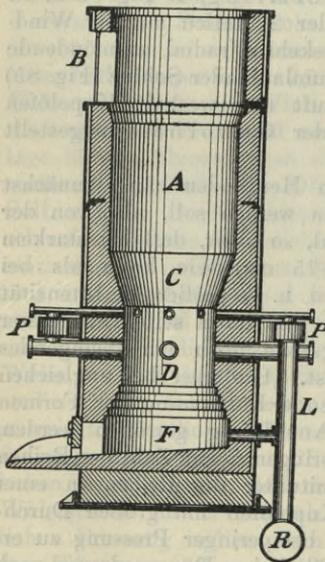


Fig. 83.

Die gewöhnlichen Kupolöfen haben das Charakteristische, daß Schacht, Gestell und Herd in einer Vertikalachse übereinander aufgebaut sind. Bei dieser Anordnung

1) Dinglers Journ. 161, 461. — Maschinen-Konstr. 1875, S. 306.

ist nicht nur eine Abhängigkeit zwischen der Lage der Formen und dem Stande des geschmolzenen Eisens im Herde, sondern auch eine nicht unerhebliche Einwirkung des Windes auf das Eisen durch Oxydation vorhanden; außerdem verhindert das stetige Nachfallen der Schmelzsäule ein rubiges Abscheiden der Schlacke, während zugleich das Ausbessern und Reinigen des Ofens erschwert wird. — Zur Beseitigung dieser Unvollkommenheiten sind Konstruktionen entstanden, welche von dem erwähnten Prinzip dadurch abweichen, daß der Herd entweder von dem Schacht durch ein Gewölbe getrennt wird, in dem sich Schlitze befinden, durch welche das Eisen in den Herd läuft oder auf einem Fahrgestelle steht und mit diesem unter dem Ofen weggezogen

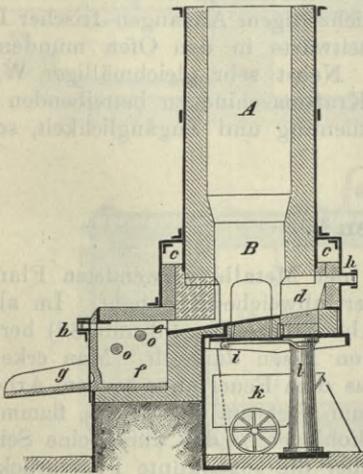


Fig. 84.

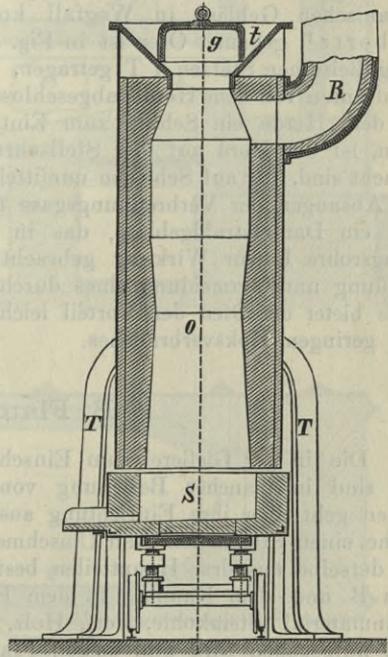


Fig. 85.

werden kann, oder, zwar fest, aber als Vorherd seitwärts an den Schmelzraum angebaut ist. Die zweite Abweichung<sup>1)</sup> bietet noch den besonderen Vorteil, daß sich der Herd zum Zwecke des Gießens ohne weiteres nach der Form schieben läßt. — Die letzte Abweichung, welche sämtliche Vorteile vereinigt und sich außerdem durch eine leichte Herstellung auszeichnet, hat die ausge dehnteste Anwendung gefunden. Als Muster eines solchen Ofens kann der in Fig. 84 dargestellte Krigarsche<sup>2)</sup> gelten. Er besteht aus dem Schachte A, dem Gestelle B und dem Vorherde f mit dem Abstiche g. Der Ofenboden i liegt frei, ist um Scharniere drehbar und nach der Schmelzung durch Zurückziehen der Riegel l so zu kippen, daß die Asche etc. in den untergeschobenen Wagen k fällt. Der Wind tritt in den Windring e, wärmt sich etwas vor und

1) Dinglers Journ. 150, 186; 255, 423. — 2) Deutsche Ind.-Zeitg. 1868, S. 66. — Masch.-Konstr. 1873, S. 341. — Dinglers Journ. 243, 405; 255, 424; 274, 164, 221; 302, 152.

gelangt in höchst vorteilhafter Weise durch große Gewölbe d ohne hohe Pressung in den Schmelzraum, wo er sich rasch und gleichmäßig verbreitet. Durch die Schaulöcher h h läßt sich der Schmelzprozeß vollkommen beobachten. Das abschmelzende Eisen läuft sehr heiß durch den Kanal e in den Herd und reinigt sich hier in Ruhe von der Schlacke, die aufsteigt und durch die Löcher o o abgezogen wird.

Von der Anwendung vorgewärmter Gebläseluft ist ein Vorteil nicht mehr zu erwarten, seitdem auch ohne Wiederhitzung sich eine vollständige Verbrennung erzielen läßt, wenn die obigen Bedingungen beachtet werden. — Dahingegen verdient die Konstruktion derjenigen Öfen volle Aufmerksamkeit, bei welchen die Gichtgase durch ein Dampfstrahlgebläse abgezogen werden, weil dadurch die mechanischen Gebläse in Wegfall kommen. Ein nach diesem Prinzip von Herbertz<sup>1)</sup> gebauter Ofen ist in Fig. 85 dargestellt. Der Ofenschacht O wird von gußeisernen Stützen T T getragen, oben von einem Fülltrichter t mit Glocke g und unten von dem Herde abgeschlossen, so aber, daß zwischen dem Schachte und dem Herde ein Schlitz zum Eintritte der Luft bleibt. Um letzteren zu regeln, ist der Herd auf vier Stellschrauben gesetzt, die auf einem Wagen angebracht sind, der auf Schienen unmittelbar zur Gießstelle gefahren werden kann. Zum Absaugen der Verbrennungsgase mit gleichzeitigem Ansaugen frischer Luft dient ein Dampfstrahlgebläse, das in dem seitwärts in den Ofen mündenden Abzugsrohre R zur Wirkung gebracht wird. Nebst sehr gleichmäßiger Windverteilung und Vermeidung eines durch eine Kraftmaschine zu betreibenden Gebläses bietet der Ofen den Vorteil leichter Bedienung und Zugänglichkeit, sowie eines geringen Koksverbrauches.

## B. Flammöfen<sup>2)</sup>.

Die in der Gießerei zum Einschmelzen der Metalle verwendeten Flammöfen sind in mancher Beziehung voneinander abweichend gebaut. Im allgemeinen geht aber ihre Einrichtung aus der Abbildung (Fig. 86 und 87) hervor, welche einen Flammofen zum Umschmelzen von Eisen darstellt. Man erkennt, daß derselbe aus drei Hauptteilen besteht, aus dem Feuerraum A, dem Arbeitsraum B und dem Kamin. In dem Feuerraum liegt auf dem Roste flammiges Brennmaterial (Steinkohle, Torf, Holz, Braunkohle etc.), das durch eine Seitentür f aufgegeben wird und dessen Flamme über die sogenannte Feuerbrücke a (Autel, *Fire bridge*) geht und von der Decke b geführt, das auf dem Herde B (Sumpf) liegende, durch eine Seitentür c eingeschobene Metall zum Schmelzen bringt. Die Arbeitstür d dient zur Beobachtung des Schmelzanges. Das Metall, welches allmählich abschmilzt, läuft nach dem vorderen Teile des Arbeitsraumes B, während sich die Schlacke über die schräge Fläche F (Fuchs) abziehen läßt. Die Abstichöffnung befindet sich an der tiefsten Stelle e des Sumpfes b und läuft nach der Seite hin aus. Die atmosphärische Luft, welche zur Verbrennung erforderlich ist, wird durch eine 12—25 m hohe Esse, also durch sogenannten Zug, sehr selten durch Exhaustoren oder Ventilatoren herbeigeführt und tritt zum Teil durch den Rost, zum Teil auch wohl durch eine Öffnung über dem Feuer ein. Damit das im Sumpfe des Flammofens angesammelte Metall im flüssigen Zustande erhalten bleibt, muß die gewölbte Ofendecke eine solche Form (Fig. 86) erhalten, daß die Flamme das Metall be-

<sup>1)</sup> Ztschr. d. V. d. Ing. 1886, S. 678. 1894, S. 263. — Dinglers Journ. 255, 423; 258, 443; 274, 164, 220, 529; 281, 112; 302, 150. — <sup>2)</sup> Hütte 1854, T. 4; 1855, T. 15; 1864, T. 15. — Dinglers Journ. 302, 156.

streicht und als Stichflamme wirkt, und damit im Ofen die Wärme gleichmäßig verteilt und die Gase möglichst vollkommen verbrannt werden, muß der Querschnitt des Verbrennungsraumes sich in der Richtung zum Fuchs verkleinern, so daß eine kräftige Vermischung der Gase mit dem Winde eintritt, die noch wesentlich durch die Einschnürung zum Fuchs gefordert wird. — Der Flammofen gibt ebenso wie der Schachtofen bei guter Anordnung eine Wärme, die hinreicht, große Eisenmassen, Bronze etc. zu schmelzen und wird daher auch besonders

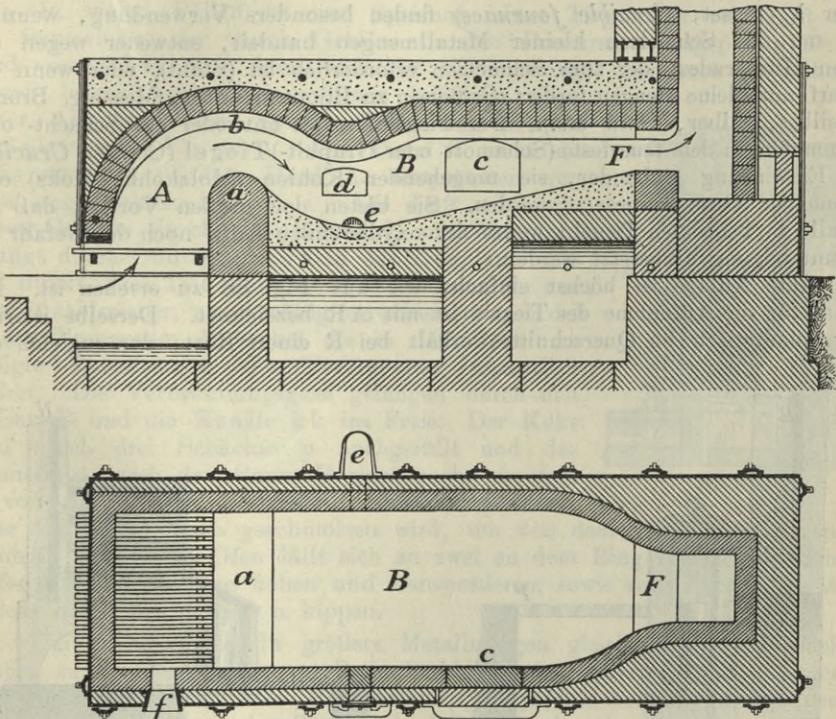


Fig 86 und 87.

für diese beiden Metalle, mitunter auch zum Schmelzen von Messing, sowie einiger anderer Metalle verwendet, wenn davon große Mengen geschmolzen werden sollen.

Je nach der Menge und Gattung der Metalle, zu deren Schmelzung der Ofen bestimmt ist, erleidet derselbe namentlich in der Konstruktion des Herdes und in der Lage des Abstichloches Abweichungen. Der Herd zum Einschmelzen bildet oft nur eine schalenförmige Vertiefung, einen Kugelabschnitt, z. B. beim Schmelzen von Bronze, Messing, Argentan etc. oder er ist geradflächig (gestreckt; deutscher Flammofen nur zum Einschmelzen großer Eisenstücke) und von der Feuerbrücke ab nach der Esse zu um etwa 1 : 35 geneigt, so daß sich das flüssige Metall in dem Fuchs sammelt, von dem aus dann oft der Abstich unter der Esse durch nach außen erfolgt.

Die Größe der Flammöfen ist ebenfalls sehr verschieden: bei Eisen geht sie zur Aufnahme von 5000—10000 kg, bei Bronze bis 5000 kg. — Der Brennstoff-Aufwand im Flammofen beträgt für Eisen etwa zwischen 30—90%

Steinkohlen oder 100—130 % Holz, ist also sehr groß. — Vielfach werden die Flammöfen nach Art der durch Fig. 91 S. 90 vergegenwärtigten Anlage mit Gas gespeist, das entweder eigens in den sogenannten Generatoren (Siemens) erzeugt oder von Hochöfen etc. abgefangen und oft in den Regeneratoren vorgewärmt wird<sup>1)</sup>.

### C. Tiegelöfen<sup>2)</sup>

(Four à creuset, *Crucible furnace*) finden besonders Verwendung, wenn es sich um das Schmelzen kleiner Metallmengen handelt, entweder wegen des hohen Hitzegrades, der zum Schmelzen erforderlich ist (Stahl), oder wenn der Bedarf nur kleine Mengen fordert (Gußeisen zu Bijouteriewaren, Messing, Bronze, Neusilber, Silber, Gold etc.). Der Tiegelofen ist entweder ein Schacht- oder Flammofen, in dem feuerfeste (Schamott- oder Graphit-)Tiegel (Creuset, *Crucible*) der Einwirkung glühender, sie umgebender Kohlen (Holzkohle, Koks) oder brennender Gase ausgesetzt werden. Sie bieten den großen Vorteil, daß die Metalle in bedeckten Tiegeln weder der oxydierenden Luft, noch der Gefahr der Verunreinigung ausgesetzt werden.

Ihre Anlage ist höchst einfach, wie aus Fig. 88 zu ersehen ist. Der Raum für die Aufnahme des Tiegels ist mit AR bezeichnet. Derselbe ist rund oder quadratisch im Querschnitte, erhält bei R einen Rost, der zugleich den

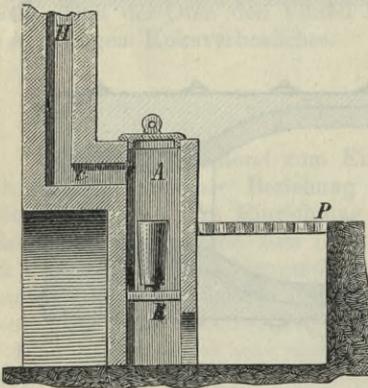


Fig. 88.

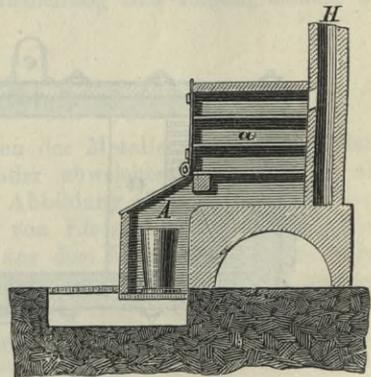


Fig. 89.

Tiegel trägt und steht durch den Fuchs *c* mit dem Schornstein *H* in Verbindung, der gewöhnlich in oder an der Gebäudewand hinaufgeht. Zum Ausheben des Tiegels vermittelt der Tiegelzangen ist es höchst zweckmäßig, den Ofen so tief in den Boden zu versenken, daß der Tiegelrand nur wenig über denselben hervorragt. Vor dem Ofen ist dann eine größere Versenkung anzubringen, um die Asche, welche sich im Aschenfall *R* ansammelt, durch die Öffnung bei *R* zu entfernen und um gleichzeitig die zur Verbrennung erforderliche Luft zum Roste gelangen zu lassen, weshalb diese Versenkung mit einer durchbrochenen Gußeisenplatte *P* bedeckt ist.

<sup>1)</sup> Ramdohr, Gasfeuerung. Halle 1876. — Ledebur, Gasfeuerung für metallurgische Zwecke. Leipzig 1891. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1884, S. 873; 1885, S. 405, 668. — Dinglers Journ. 297, 29; 317, 562. — <sup>2)</sup> Dinglers Journ. 257, 153. — Berl. Verh. 1898, S. 190.

Eine zweite Konstruktion von Öfen mit Tiegeleinsatz zeigt Fig. 89. Dieselbe ist namentlich für kleinere Gelbgießereien empfehlenswert, weil die brennenden Feuergase, ehe sie in den Schornstein treten, durch einen größeren Raum *a* ziehen, der inwendig eine Anzahl, z. B. vier aus einzelnen Eisenstäbchen gebildete Fächer besitzt, die zum Trocknen der Formen aus fettem Sande oder Lehm dienen. Die Vorderseite dieses Trockenschrankes wird durch eine eiserne Blechtüre verschlossen und der Tiegelraum durch einen Klappdeckel vor Abkühlung geschützt.

In vielen Fällen ist zur Speisung eines Tiegelofens mit Luft statt des Saugwindes der durch Gebläse in den Brennraum eingepreßte Druckwind vorzuziehen, weil damit sich der Verbrennungs- also auch der Schmelzprozeß besser regeln läßt. Einen beliebigen Ofen dieser Art nach dem System Piat von Basse & Selve zeigt Fig. 90<sup>1)</sup>. Der Tiegel *T* steht mit Koks umgeben in dem Herd *A*, festgehalten von oben angebrachten Stützen *i*. Die Luft wird von einem Gebläse durch den Kanal *L* zugeführt und gelangt durch Öffnungen *aaa* in der Tragplatte zum Teil direkt, zum Teil von dem Zwischenraum *cc* aus mittelst zahlreicher, zweckmäßig verteilter Düsen *ddd* in den Brennraum *A*, wobei die in dem Raum *cc* erfolgte Vorwärmung die Verbrennung wesentlich fördert. Die Verbrennungsgase gelangen durch den Aufsatz *B* und die Kanäle *kk* ins Freie. Der Koks wird durch drei Schächte *p* nachgefüllt und das Schmelzgut durch den Raum *B* eingebracht, in dem es von der Flamme bestrichen, stark vorgewärmt, unter Umständen auch geschmolzen wird, um von dem Tiegel aufgefangen zu werden. Der ganze Ofen läßt sich an zwei an dem Ring *R* sitzenden Schildzapfen *z* mittelst Ketten heben und transportieren, sowie zum Zwecke des Ausgießens durch den Kanal *h* kippen.

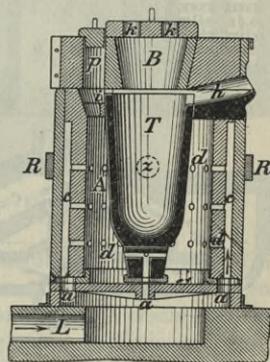


Fig. 90.

Um auch in Tiegeln größere Metallmengen gleichzeitig zum Schmelzen bringen zu können, werden, z. B. in Stahlgießereien, mehrere (4—8 und mehr) Tiegel auf den Herd eines Flammofens (Tiegelherdofen) gesetzt, dessen Decke zum Ausheben der Tiegel abgehoben werden kann. Oft reihen sich dann mehrere solche Öfen aneinander und bilden dadurch ein Ofensystem, in dem die Zahl der Tiegel fast beliebig vermehrt werden kann. Bei Tiegelherdöfen kommt vielfach Gasfeuerung in Verbindung mit Vorwärmern (Wärmespeicher, Regeneratoren) zur Verwendung, um durch Steigerung der Verbrennungsintensität sehr hohe Temperaturen zu erzeugen. Als Grundlage solcher Einrichtungen kann die in Fig. 91 gezeichnete gelten. Neben dem zur Aufnahme der Tiegel *i* dienenden Herde *E* befinden sich an jeder Seite zwei Kammern *A*, *B* und *C*, *D*, welche mit feuerfesten Steinen derart ausgefüllt sind, daß letztere von den durchströmenden Gasen möglichst viel berührt werden. Diese Wärmespeicher nehmen die Wärme der abziehenden Verbrennungsgase auf, um sie mit Hilfe von Umstellungsvorrichtungen *t* und *s* an die zuströmende Brennluft und das zuströmende Gas abzugeben. In der gezeichneten Stellung ziehen die Verbrennungsgase durch die Kammern *A* und *B* und die

1) Glasers Annalen 1899, S. 128. — Dingers Journ. 229, 107; 276, 502; 290, 255; 302, 154. — Stahl und Eisen 1899, S. 1158; 1900, S. 74; 1904, S. 169. — Zeitschr. f. Werkzeugmaschinen 1901, S. 89.

Kanäle a und b in den unterirdischen, zu einem Kamin geleiteten Fuchs SS ab, während das Gas aus dem Kanal G durch den Kanal c in die Kammer C, und die Brennluft durch den Kanal L und den Kanal d in die Kammer D

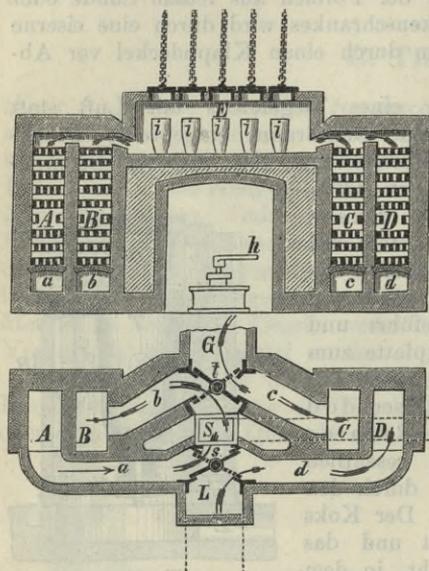


Fig. 91.

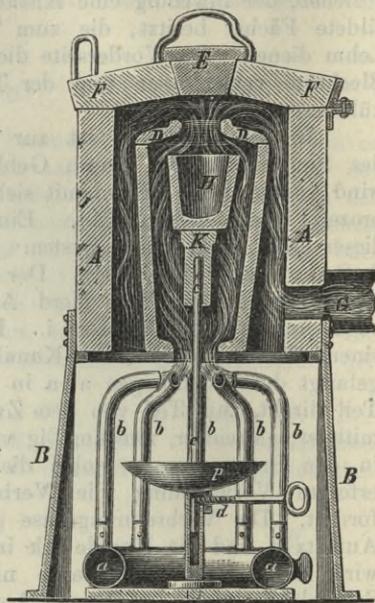


Fig. 92.

gezogen wird. In C und D gehörig vorgewärmt, mischt sich Luft und Gas unmittelbar vor dem Eintritte in den Herd E und gelangt auf diesem Herde zur heftigen Verbrennung. Durch eine zu dem Zwecke von Handhebeln h vorgenommene Umstellung der Klappen t und s erfolgt eine Umkehrung des Laufes,

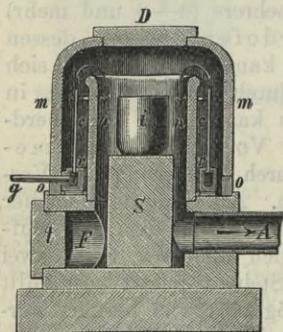


Fig. 93.

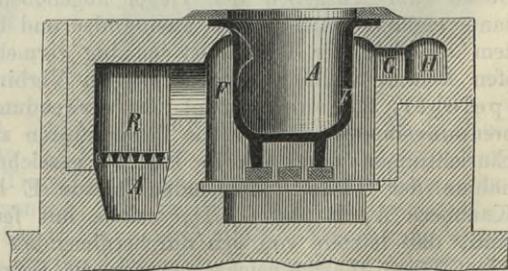


Fig. 94.

indem die Brenngase dann durch C und D abziehen und Luft und Gas durch die vorher erhitzten Kammern A und B zuströmen.

Zum Schmelzen kleinerer Mengen (4—500 g) strengflüssiger Metalle (Gold, Silber etc.) eignen sich besonders kleine Tiegelschachtöfen für gasförmiges Brennmaterial (Leuchtgas) von der Einrichtung Fig. 92. Der aus feuerfestem Ton

hergestellte, mit einem eisernen Mantel bekleidete Ofen A ruht auf drei Füßen B und ist durch einen Deckel F mit Schauloch E geschlossen. Der Tiegel H steht auf einer von der Stange C getragenen Tonplatte K und ist von einem Tonmantel mit Haube D umgeben, zwischen dem die Verbrennung stattfindet. Das Gas tritt aus dem Rohre a durch 6 Brenner b in diesen Mantel brennend ein, vermischt sich mit Luft um den Tiegel in die Höhe steigend und entwickelt durch G abziehend eine höchst intensive Wärme. Die Schale P fängt das durch Tiegelbruch ausfließende Metall auf. — Bemerkenswert sind bei Gasöfen die Ein-

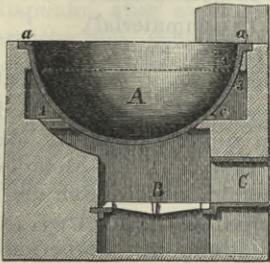


Fig. 95.

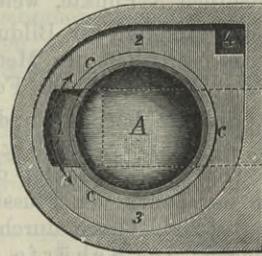


Fig. 96.

richtungen zum Vorwärmen der Brennluft, wovon eine Ausführung<sup>1)</sup> von Siemens in Fig. 93 dargestellt ist. Der Tiegel i steht auf einem Unterbau und ist von zwei konzentrischen Wänden n und m umgeben, wovon m den Verschlußdeckel D trägt. Das Heizgas gelangt durch das Rohr g, Ring r und zahlreiche Brenner e, c in den Raum zwischen n und m, vermischt sich mit der durch die Öffnungen o, o eintretenden Luft, erwärmt sich an n, steigt über n in den Tiegelraum und verbrennt hier unter starker Wärmeentwicklung. Die Verbrennungsgase ziehen durch den Fuchs F und den Kanal A zu einem Kamin ab. Die Vorsetztür t macht den Fuchs F zugänglich, um etwa hineingelangte Materialien, z. B. den Inhalt zerbrochener Tiegel, zu entfernen.

#### D. Kesselöfen.

Zum Schmelzen leichtflüssiger Metalle und Legierungen (Blei, Zinn, Britanniametall, selbst Zink) eignet sich in vielen Fällen ein einfacher, gußeiserner Kessel, der wie ein Waschkessel eingemauert wird, aber zur Unterstützung des großen Gewichtes, das die Masse besitzt, stets mit Tragbeinen versehen sein soll, die auf dem Roste oder auf starken eisernen Querstäben aufruhren müssen. Eine bewährte Einrichtung dieser Art ist in Fig. 94 dargestellt. Der Kessel A hängt mit einem rund herumlaufenden Rande auf einem Gewölbe und steht mit drei Füßen auf einer Unterlage von Eisenstäben. Von der seitwärts angebrachten Feuerung R mit dem Aschenfall A zieht die Flamme nach dem Hohlraum F, umspült fast den ganzen Kessel und zieht durch den Fuchs G nach dem in der Mauer liegenden Kanal H, der in einen beliebigen Hausschornstein einmündet. — Eine andere sehr zweckmäßige Schmelzkesselanlage besteht aus einem eisernen halbrunden Kessel A (Fig. 95, 96), der mit den Rändern aa und cc auf dem Mauerwerke ruht. Von der durch die Schüröffnung C zugängigen Rostfeuerung B steigt die Flamme, indem sie in den Zügen 1, 2 und 1, 3 den Kessel umspült zum Fuchs 4 und durch diesen in einen Kamin.

1) Bayer. Ind.- und G.-Bl. 1880, 438. — Dinglers Journ. 264, 615.

## II. Formerei (Moulage, *Moulding*).

Die unendliche Mannigfaltigkeit der durch Guß erzeugten Gegenstände (Gußstücke, *Ouvrage de fonte*, *Pièce moulée*, *Cast*, *Casting*) hat eine ebenso außerordentliche Ausbildung der Formerei oder derjenigen Verfahrensarten zur Folge gehabt, durch welche die Hohlformen gebildet werden, die das geschmolzene Metall aufzunehmen bestimmt sind. Bei der Herstellung solcher Hohlformen sind es namentlich 3 Punkte, welche besondere Aufmerksamkeit erheischen:

1. das Material zur Bildung der Form (Formmaterial),
2. das Verhalten des Metalles in und zu der Form,
3. die Herstellung der Form mit möglichst wenig Arbeits-Aufwand.

Jede Gießform hat, wenn der Guß gelingen soll, gewissen Bedingungen zu genügen. — Die Dauerhaftigkeit der Form muß so groß sein, daß letztere mindestens einen Guß aushält; d. h. bis zum Erstarren des Metalles darf sie weder durch den Druck der Flüssigkeitssäule bersten, noch durch die Bewegung desselben zerbröckeln, noch durch Wärme des Metalles schmelzen, verbrennen oder zerspringen. Die Schärfe, d. h. die Ausbildung der Form muß so vollkommen sein, daß das Gußstück möglichst vollendet aus der Form hervorgeht und wenig Nacharbeit zur notwendigen Vollendung bedarf. Die Wärmeleitfähigkeit der Form sei im allgemeinen gering, damit die Abkühlung des Gußstückes nicht zu hastig eintritt. Besondere Ausnahmen finden dabei statt, z. B. beim Hartguß des Eisens, wo eine schnell wärmeentziehende Form die Eisenoberfläche in weißes, hartes Eisen verwandeln soll. — Diesen von der Gußform zu erfüllenden Bedingungen muß das Material zu der Form genügen, also dauerhaft in dem oben erwähnten Sinn, bildsam und schlecht wärmeleitend sein. Ferner darf sich das Material nicht an das Gußstück ansetzen und so anhaften, daß es nur gewaltsam weggebracht werden kann.

In bezug auf die Dauerhaftigkeit der Formen unterscheidet man zwei Arten, a) verlorene, b) gute, feste oder bleibende; die ersteren werden nach dem Guß zerstört, entweder weil sie durch die Hitze des eingegossenen Metalles unbrauchbar geworden sind, oder weil die Entfernung derselben von dem Gußstücke ohne ihre Zerstörung mit großer Unbequemlichkeit verbunden wäre. Die bleibenden Formen halten mehrere, mitunter sehr viele Güsse aus und sind demnach so einzurichten, daß sie vom Gußstücke ohne Verletzung abgehoben werden können. Das Material zu den verlorenen Formen, welches in genügender Weise den oben aufgestellten Anforderungen und der Bedingung einer leichten und billigen Herbeischaffung entspricht, ist der Sand (*Formsand*, *Sable*, *Sable à mouler*, *Sand*, *Moulding sand*), in einzelnen Fällen auch Gips. Durch einen mehr oder weniger großen Tongehalt bekommt Sand die Eigenschaft der Bildsamkeit, während seine große Feuerbeständigkeit und der Zusammenhang seiner Teile die Dauerhaftigkeit, seine leicht durch Mahlen herbeizuführende Feinheit die Schärfe der Form sichert. Je nach der Größe des Tongehaltes ist die Bindekraft des Sandes verschieden, so daß bei sehr kleinem Tongehalte ein Feuchten der Form notwendig wird, dahingegen bei einem größeren Gehalte an Ton ein Trocknen, ja selbst ein Brennen der Form zulässig ist. Demnach unterscheidet man mageren Sand, der nur bei Anwesenheit von Feuchtigkeit als grüner oder nasser Sand (*Sable vert*, *S. maigre*, *Green sand*) die nötige Bindekraft besitzt, und fetten Sand oder Masse (*Sable gras*, *Loamy sand*, *Dry sand*), welcher getrocknet zum Gießen dient, und endlich Lehm (*Terre à moulage*, *Loam*), unreinen sandigen Ton, der scharf getrocknet (gebrannt) wird.

Die chemische Zusammensetzung des Formsandes bestimmt durchaus nicht immer, wie man vermuten könnte, seine Brauchbarkeit (indem z. B. Sande von verschiedenen Tongehalt gleiche Bildsamkeit haben können), sondern es ist namentlich seine physische Beschaffenheit von großem Einflusse, da nachgewiesen ist<sup>1)</sup>, daß unter sonst gleichen Verhältnissen derjenige Sand am bildsamsten ist, welcher die größte Menge kleinster, namentlich splitteriger Teile enthält, was sich daraus erklärt, daß kugelige Körner sich viel leichter gegeneinander verschieben. Wenn man daher durch Mangel an Fundorten brauchbaren Formsandes denselben künstlich zusammensetzen will, so kann man wohl die Analyse als Anhaltspunkt, aber nicht als ein Rezept gebrauchen, sondern ist gezwungen, durch Versuche mit verschiedenen Mischungen aus Quarzsand, fettem, kalkfreiem Ton oder Ocker (Eisenoxyd) eine passende Zusammensetzung zu ermitteln.

Als Anhaltspunkte mögen hier einige Resultate von Untersuchungen zusammengestellt werden, welche zum Teil auf chemischem, zum Teil auf mechanischem Wege (Schlämmanalyse) mit guten Formsanden angestellt sind:

	A. Magere Sande.			B. Fette Sande.		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Chemische Analyse.						
Kieselsäure . . . .	86,68	87,6	90,25	87,46	82,0	92,21
Tonerde . . . . .	9,23	7,7	4,1	3,70	7,0	4,
Eisenoxyd . . . . .	3,42	3,6	5,51	8,00	11,0	3,26
Kalk . . . . .	0,69	0,96	0,23	0,84	0,0	0,53
	100,02	99,86	100,09	100,00	100,0	100,0
Mechanische Analyse.						
Grobe Teile . . . .	92,6	91,0	85,0	34,6	82,0	46,6
Mittelfeine Teile . .	7,4	1,5	2,5	34,6	0,8	38,0
Feine Teile . . . .	0,0	7,5	12,5	30,8	17,2	15,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Der Lehm, welcher zur Formerei verwendet wird, ist sehr verschieden zusammengesetzt, da sein Sand- und Tongehalt nicht nur sehr wechselt, sondern weil auch manche andere Beimengungen, namentlich Eisenoxyd und organische Stoffe in sehr wechselnden Mengen darin vorkommen. Der Lehm wird daher fast immer erst durch Mischung mit anderen Substanzen zur Formerei vorbereitet, wie weiter unten erklärt werden wird.

Das Material zu bleibenden Formen ist entweder ein Metall, eine Legierung, Stein (Sandstein, Serpentin, Schiefer) oder auch Gips. In einzelnen seltenen Fällen Holz, Pappe, Papier, selbst Gewebe.

Bei der Anfertigung der Gießformen sind, außer den je nach der Art des Gußstückes verschiedenen notwendigen Rücksichten auf die Genauigkeit in der Ausführung derselben, noch besondere auf das Verhalten des geschmolzenen Metalles in der Form und zu derselben zu nehmen.

<sup>1)</sup> Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1862, S. 210. — Kerpely, Fortschritte. 1869, S. 111. — Dinglers Journ. 283, 200.

In der Regel soll das Gußstück eine bestimmte Größe, genau vorgeschriebene Maße, haben. Da nun aber die Wärme dieselben verändert, so wird im allgemeinen das flüssige Metall in der Form ein anderes Volumen einnehmen als das festgewordene, und demnach die Größe der Form verschieden sein von der Größe des Gußstückes. Die Erfahrung lehrt, daß sämtliche zur Gießerei verwendeten Metalle und Legierungen in geschmolzenem Zustande ein größeres Volumen einnehmen, als nach dem Erkalten. Diese Raumverminderung (Schwinden, *Retraite*, *Shrinking*, *Contraction*) setzt sich aus zwei Vorgängen zusammen: aus der Raumveränderung beim Erstarren und derjenigen während des Abkühlens. Die erstere besteht bei Gußeisen und Zink in einer Vergrößerung, bei den anderen Metallen in einer Verkleinerung. Bei Gußeisen und Zink ist aber die Vergrößerung im Moment des Erstarrens so gering, daß durch die Verkleinerung beim Abkühlen trotzdem, wie bei den anderen Metallen, eine bleibende Verkleinerung entsteht. Der Betrag der letzteren heißt das Schwindmaß und ist nicht nur bei verschiedenen Metallen, sondern selbst bei ein und demselben Metall oft verschieden. Als für die Berücksichtigung genügend kann man folgende Tabelle für das Maß der linearen Zusammenziehung benutzen.

Gußeisen, weißes	$\frac{1}{98}$	bis	$\frac{1}{96}$	} durchschnittlich	$\frac{1}{97}$ .
„ graues	$\frac{1}{97}$	„	$\frac{1}{95}$		
Zink	$\frac{1}{97}$	„	$\frac{1}{65}$	„	$\frac{1}{80}$ .
Zinn	$\frac{1}{173}$	„	$\frac{1}{120}$	„	$\frac{1}{147}$ .
Blei	$\frac{1}{104}$	„	$\frac{1}{86}$	„	$\frac{1}{92}$ .
Messing	$\frac{1}{80}$	„	$\frac{1}{50}$	„	$\frac{1}{65}$ .
Bronze zu Glocken	—	„	—	„	$\frac{1}{63}$ .
„ „ Statuen	$\frac{1}{170}$	„	$\frac{1}{72}$	„	$\frac{1}{120}$ .
„ „ Kanonen	—	„	—	„	$\frac{1}{130}$ .
Aluminiumbronze	$\frac{1}{55}$	„	$\frac{1}{50}$	„	$\frac{1}{52}$ .

Nach diesem Maßverhältnisse müssen demnach die Gußformen größer sein, als das fertige Gußstück.

Da die absolute Größe des Schwindens abhängt von den Dimensionen des Gußstückes und diese mitunter sehr ungleich verteilt sind, so kann leicht das Schwinden an einzelnen Teilen des Gußstückes ein Zerreißen veranlassen, dem man jedoch durch besondere Anordnung, Massenverteilung usw. entgegenwirken kann. Das Abreißen tritt übrigens noch häufiger ein infolge davon, daß ungleiche Massen nicht gleichzeitig erstarren, und die bereits festgewordenen Teile dann von den später erstarrenden durch die Zusammenziehung dieser eine über die Elastizitätsgrenze gehende Anspannung erfahren. Z. B. bei einem Zahn- oder Schwungrade, einer Riemenscheibe u. dergl. erstarren erst die dünneren Speichen, dann die Nabe und der Kranz; dadurch wird der radiale Abstand zwischen Nabe und Kranz größer und die Speichen müssen sich um diesen Abstand verlängern, wobei sie dann leicht reißen, wenn sie gradlinig sind; macht man sie aber krumm, so strecken sie sich in der Regel genügend und zerreißen nicht. — Die ungleichmäßige Abkühlung bewirkt außerdem bisweilen eine Gestaltveränderung durch Krümmwerden einzelner Teile (Werfen, Ziehen, *Se déjeter*, *Distort*) oder auch die Bildung von Höhlungen im Innern oder Einsenkungen an der Oberfläche (Saugen, *Tasement*, *Sucking*), indem die zuerst und zu schnell erstarrenden Teile die flüssigen nach sich ziehen. Es ist daher bei der Bildung der Form darauf zu sehen, daß alle Teile möglichst gleichmäßig abkühlend wirken, wenn nicht ausdrücklich (beim Hartguß) das Gegenteil verlangt wird.

Die Formerei zerfällt den obigen Auseinandersetzungen gemäß in zwei Hauptgruppen: in die Bildung der verlorenen Formen und in die Bildung bleibender Formen.

### A. Verlorene Formen. (*Moule perdu, Dead mould.*)

Die verlorenen Formen werden entweder hergestellt aus magerem Sande oder aus fettem Sande oder aus Lehm (Gips nur ausnahmsweise), weshalb diese Formerei wieder eingeteilt werden kann

in Sandformerei (*Moulage en sable maigre, Green sand moulding*),

in Masseformerei (*Moulage en sable gras, Dry sand moulding*),

in Lehmformerei (*Moulage en terre, Loam moulding*).

#### 1. Die Sandformerei<sup>1)</sup>.

Die Formerei in magerem Sand hat außer der Billigkeit und Zweckmäßigkeit des Materials noch den Vorzug der großen Schnelligkeit, indem die Form hierbei am schnellsten angefertigt und sofort, d. h. ohne zu trocknen, zum Guß benutzt wird; sie ist daher die verbreitetste Art der Formerei. Der Sand bedarf zu dieser Verwendung einer Vorbereitung, welche im Feinmachen, Mischen und Anfeuchten besteht. Das Feinmachen erfolgt, nachdem der Sand getrocknet ist, auf Mühlen mit Rollsteinen (Kollergang) oder anderen zweckmäßig erscheinenden Mahlvorrichtungen, Pochwerken, Schleudermühlen etc. bis zu einem Grade, welcher der Beschaffenheit des Sandes und der Gußstücke entspricht. Durch Sieben auf Handsieben oder Siebvorrichtungen, die denjenigen der Mehlmahlmühlen ähnlich sind, wird ein Sortieren nach der Feinheit bewirkt. Da der Sand durch den Gebrauch nach und nach seine Bildsamkeit verliert, so muß er von Zeit zu Zeit mit frischem Sand vermischt werden. Um ferner ein Zusammenfritten der Sandkörner unter sich und mit dem Gußmetalle (Anbrennen) zu verhindern, sowie den Sand für Luft und den sich beim Eingießen des Metalles plötzlich bildenden Wasserdampf genügend durchlässig zu machen, mischt man demselben feines Pulver von gasreicher Steinkohle zu, dessen Menge nach der Beschaffenheit des Sandes und der Schmelzhitze des Schmelzmaterials zu bemessen ist. Indem sich hieraus durch die Hitze des Metalles Gas entwickelt und Koks bildet, entstehen zwischen Form und Metall und zwischen den Sandteilchen trennende Schichten und Hüllen, welche außerdem noch die Wärmeleitung vermindern. Dieses Mischen geschieht in der Regel durch Umwerfen mit Schaufeln, Durchharken, Sieben etc. oder durch besondere Mischmaschinen. Schließlich wird der Sand angefeuchtet und ist nun zum Formen bereit. — Zur Prüfung des zubereiteten Sandes auf seine Bildsamkeit, Feinheit und Festigkeit bildet man daraus zwischen den Händen einen runden Ball: die Plastizität erkennt man dann beim Kneten, die Feinheit an der Ausbildung der kleinen Eindrücke der Handrunzeln etc. Indem man den Sandball aus einer gewissen Höhe auf den Werkstisch fallen läßt, geben die entstandenen Risse, Klüfte usw. oder das vollständige Unversehrtsein die nötigen Anhaltspunkte zur Beurteilung der Haltbarkeit, d. h. darüber wie der Sand steht.

1) Senftleben, Die Sandformerei. Dortmund 1893. — Dinglers Journ. 146, 460; 177, 346; 252, 452; 257, 7; 292, 201.

Die Bildung der Form wird nun entweder in einer mehr oder weniger dicken Formsandlage, welche den Boden (Herd) der Gießhütte vor dem Schmelzofen bildet, oder in transportablen Gefäßen (Kasten) vorgenommen, so daß man die Sandformerei in zwei Unterarten teilen kann: Herdformerei und Kastenformerei.

In beiden Fällen bedarf man in der Regel einer getreuen Vorbildung des Gußstückes, eines sogenannten Modelles (Modèle, *Pattern*), dessen Anfertigung einen abgesonderten, sehr wesentlichen Zweig der Gießerei ausmacht, denn es hängt zum Teil vom Modell das Gelingen der Form ab. — Vor allen Dingen muß das Modell nach dem Schwindmaße, also in allen Dimensionen so viel größer gearbeitet sein, als dem Schwinden des zu gießenden Metalles entspricht, zu welchem Zwecke man sich eines Schwindmaßstabes (*Règle de retraite, Contraction rule*) bedient, der die Längen dem Schwindverhältnisse nach vergrößert angibt. — Damit dem Modelle bei dem Ausnehmen aus dem Sande kein Sand anhaften bleibt, muß seine Oberfläche möglichst glatt und recht trocken sein. — Ferner darf es durch Werfen, Ziehen, Schwinden etc. weder eine Gestalt-, noch eine Größenveränderung auch bei längerem Aufbewahren nicht erleiden, damit sämtliche Gußstücke möglichst gleich ausfallen. Das Material zu den Modellen ist entweder Holz oder Metall. Die Holzmodelle fertigt man am besten aus dichtem oder harzreichem Holz (Kiefern, Erlen, Roßkastanien, Mahagoni) an, weil dieses am wenigsten Veränderungen unterworfen ist und sich leicht bearbeiten läßt, und schützt sie gegen atmosphärische Einflüsse durch einen Harzüberzug (Schellack oder ordinäres Siegellack in Alkohol aufgelöst), der zugleich die erforderliche Glätte hervorbringt. Um dem Werfen des Holzes tunlichst entgegen zu wirken, setzt man die Modelle aus einzelnen Holzstücken durch Zusammenleimen derart zusammen, daß die Richtung der Holzfasern so viel als möglich abwechselt, aber doch tunlichst mit der Hauptdimension zusammenfällt. (S. 50.)

Die Metallmodelle werden entweder nach einem Holz-, Gips- oder Wachs-Modelle gegossen, oder vielfach der Leichtigkeit wegen aus Blech getrieben, gestanzt auch auf der Drehbank gedrückt, stets aufs Sauberste durch Feilen, Schleifen, Ziselieren etc. nachgearbeitet. Die für sich allein hergestellten Verzierungen, Namen, Zahlen etc. werden aufgenietet oder aufgeschraubt. Als Material verwendet man Eisen, Bronze, Messing, Zink, Blei (Hartblei). In solchen Fällen, wo sich an einem Gußstücke einzelne Teile wiederholen (Zahnräder, Gitter etc.), wird oft auch ein Modellteil wiederholt angewendet.

Bei nicht hohlen Gußstücken kann man annähernd, d. h. ohne Rücksicht auf das Schwinden, das absolute Gewicht  $G$  derselben vorher aus dem absoluten Gewicht  $M$  des Modelles bestimmen, indem man dieses mit dem Quotient: aus dem spezifischen Gewicht des Gußmaterials  $s$  dividiert durch das spezifische Gewicht des Modellmaterials  $m$ , multipliziert.

$$G = M \cdot \frac{s}{m}$$

Mit Berücksichtigung des Schwindmaßes ist:

$$G = M \frac{s}{m} \cdot \frac{(a-1)}{a}$$

wenn  $a$  das Schwindungsverhältnis ausdrückt. Nach letzter Formel sind in untenstehender Tabelle die Zahlen berechnet, mit welchen man das Gewicht des Modelles multiplizieren muß, um das Gewicht des Gußstückes zu erhalten.

Wenn das Modell besteht aus:	Und der Abguß gemacht wird in				
	Gußeisen	Messing	Rotguß, Bronze	Glocken- oder Kanonen- metall	Zink
Fichten oder Tannen . . . . .	14,00	15,80	16,60	17,10	13,50
Eichenholz . . . . .	9,00	10,10	10,40	10,90	8,60
Buchenholz . . . . .	9,70	10,90	11,40	11,90	9,40
Lindenholz . . . . .	13,40	15,10	15,60	16,30	12,90
Birnbaumholz . . . . .	10,20	11,50	11,90	12,40	9,80
Birkenholz . . . . .	10,60	11,90	12,30	12,90	10,20
Erlen- oder Ellernholz . . . . .	12,80	14,30	14,80	15,50	12,20
Mahagoniholz . . . . .	11,70	13,20	13,60	14,20	11,20
Messing . . . . .	0,84	0,95	0,99	1,00	0,81
Zink . . . . .	1,00	1,13	1,17	1,22	0,96
Zinn mit $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ Blei . . . . .	0,89	1,00	1,03	1,12	0,85
Blei oder Hartblei . . . . .	0,64	0,72	0,74	0,78	0,61
Gußeisen . . . . .	0,97	1,09	1,13	1,18	0,93

Selbstverständlich kann obige Tabelle in solchen Fällen keine Anwendung finden, wo das Modell einen vollen Körper mit Kernmarken besitzt, während das Gußstück entsprechende Hohlräume bekommen soll. —

Das Modell wird beim Formen entweder in den Sand eingedrückt oder der Sand um das Modell herum gestampft. In beiden Fällen muß aber das Modell sich aus der Form wegnehmen (abheben) lassen, ohne diese zu verletzen. Dies setzt voraus, daß, wenn sich nicht das Modell schraubenartig herausdrehen läßt, die Projektion eines Querschnittes des Modelles auf eine Ebene, die normal steht zu der Richtung, in welcher das Ausheben stattfindet, niemals außerhalb der Projektion irgend eines anderen beim Ausheben demselben vorgehenden Querschnittes fällt. Nach Fig. 97 muß demnach folgendes stattfinden:

$$a_5 \ b_5 > a_4 \ b_4 > a_3 \ b_3 > a_2 \ b_2 > a_1 \ b_1.$$

Dieselbe Bedingung gilt auch für das Abheben des Sandes vom Modelle, wenn dieses an einer Seite Vertiefungen oder durchgehende Öffnungen enthält.

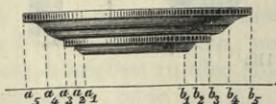


Fig. 97.



Fig. 98

Modelle, welche der Natur des Gußstückes nach diese Eigenschaft besitzen, mögen dieser Eigenschaft wegen **flache** genannt werden. Fig. 98, der Deckel eines Ventilgehäuses, stellt demnach ein flaches Modell dar.

Wenn das Gußstück aber so geformt ist, daß ein Aus- oder Abheben des Modelles ohne Verletzung der Form durch Wegbrechen einzelner Teile bei keiner Lage desselben möglich ist, so ist man gezwungen, das Modell in Teile zu zerlegen, welche einzeln den Charakter der flachen Modelle besitzen. Modelle dieser Gattung sollen im folgenden als **runde** bezeichnet werden. Die runden Modelle werden zunächst wie gewöhnliche Modelle im ganzen angefertigt und nachher zerschnitten. Die richtige Wahl der Schnittfläche nach der Regel:

das Modell in so viel und nicht mehr Teile zu zerlegen als durchaus zum Ausheben notwendig ist, erfordert viele Umsicht und Überlegung des Modelleurs. — Ein Sägeschnitt, der das aus dem Ganzen gearbeitete Modell zerteilt, entfernt jedoch aus dem Modellkörper eine Holzschicht und ändert dadurch sowohl Form als Größe des Modelles; deshalb ist man häufig gezwungen, durch ein besonderes Verfahren solchen Änderungen vorzubeugen. Dieses besteht darin, daß man vor der Vollendung des Modelles die Teilung vornimmt und dann die erhaltenen Teile mit einem dazwischen gelegten Stück Papier wieder zusammenreimt. Nach Vollendung des Modelles lassen sich dann die Teile leicht durch



Fig. 99.

Spalten trennen, ohne daß eine Veränderung eintritt. — Um beim Zusammenstellen das Verschieben der einzelnen Teile gegeneinander zu verhindern und ihr Zusammenpassen zu erleichtern, werden in denselben korrespondierende Dübel und Löcher am besten aus Messing angebracht. Fig. 99 führt das Modell einer massiven Säule als Beispiel eines runden Modelles mit dem Schnitte nach der Achse  $xy$  und den Dübeln  $a$   $b$  zum Zusammenpassen vor Augen.

Selbst bei den bestausgeführten Modellen ist es kaum zu erreichen, dieselben aus einem so lose zusammenhängenden Körper, wie der magere Sand ist, ohne Verletzung der Form herauszubringen, so daß mit dieser nachträglich fast immer noch kleine Reparaturen vorzunehmen sind (Ausfüllen ausgerissener

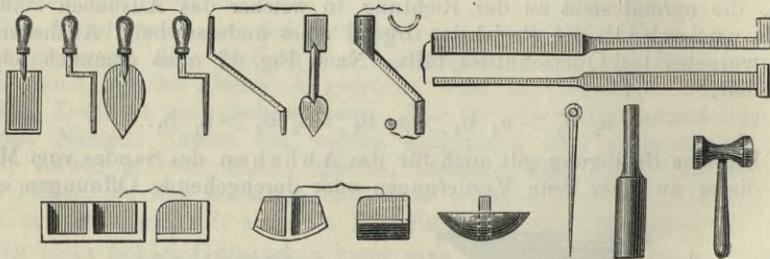


Fig. 100—110.

Teile und Fortnehmen der in die Form gefallenen Sandteile; schärfere Ausbildung von Ecken, Winkeln, Rundungen; Glattstreichen größerer Flächen etc.), zu welchen der Former eine Auswahl Formerwerkzeuge (Fig. 100—110) nötig hat; Streichbleche in Gestalt kleiner Kellen, teils aus Messing, Eisen oder Stahlblech angefertigt, mit Heft oder zwei mit einem Stiel verbunden, zum Glätten kleiner Flächen; Streichbretter aus Holz für große Flächen, namentlich beim Herdguß; winkelige, zylindrische, kugelförmige aus Metall; Spatel an dem einen Ende mit rechtwinkeligem, plattenförmigem, rundem oder viereckigem Ansatz; messerartige Werkzeuge zum Schneiden etc. Ferner gebraucht er Spieße zum Abheben des Modelles, zum Einstechen der Windpfeifen etc. Außerdem sind noch zum Feststampfen des Sandes erforderlich: Rollkugeln (die über den Sand hin und her gerollt werden), Stampfen, Keulen, Hämmer, letztere auch

zum Lockern des Modells Pinsel, Bürsten, Blasebalg, Nadeln zum Feststecken einzelner hervorragender Teile, die sonst leicht abbrechen würden.

a) Herdformerei (*Moulage à decouvert*). Bei dieser Art Formerei, die fast nur in der Eisengießerei Anwendung findet, wird der aufgelockerte Boden der Gießhütte mit Formsand bis zu einer Höhe überschüttet, wie sie der Dicke der Gußstücke entspricht, und sodann die Oberfläche der Sandschicht mit Hilfe der Setzwage, des Richtscheits und zweier außerhalb der Form hochkantig eingeschlagener, schmaler, abgerichteter Bretter horizontal geebnet. — Zum Einformen wird das Modell auf diese Sandschicht gelegt und durch Klopfen mit einem Hammer in dieselbe so eingedrückt, daß die Oberfläche ebenfalls horizontal liegt. Entweder kann das Modell so tief eingedrückt werden, daß es ganz im Sande liegt — wenn es dünn und gitterartig durchbrochen ist —, also das Wegdrängen von wenig Sand erfordert: dann wird dasselbe ausgehoben und nur noch eine notwendig gewordene Reparatur und ein Glätten der Form mit einem Streichbrettchen (*D a m m b r e t t*) vorgenommen (*a u s g e d ä m m t*, *avivé*, *smoothed*). Oder das Modell muß, wenn es eine gewisse Dicke überschreitet und von größerem körperlichem Inhalte ist (massive Platten, dicke Stäbe) nur zum Teil in den Sand gedrückt und dann entweder der Sand bis zum obersten Rande des Modells aufgehäuft (*a u f g e d ä m m t*), oder das Modell wieder ausgehoben und nach den hinterlassenen Spuren so viel Sand ausgegraben werden, daß genügende Vertiefungen entstehen, welche durch nochmaliges Einklopfen des Modelles die Form abgeben. — Durch dieses abwechselnde Ausgraben und Aufdämmen vermeidet man insbesondere die bei einem gewaltsamen Eintreiben des Modelles entstehende Verdichtung des Sandes, welche nicht nur ein Ansammeln der beim Eingießen entstehenden Gase und deren Explosion, sondern auch eine ungleichmäßige Abkühlung des Gußstückes zur Folge haben würde. Zur Verhütung von Explosionen wird an tieferen Stellen erforderlichenfalls von außen noch mit Spießeln eingestochen, um besondere Luftkanäle (*Windpfeifen*, *Évent*, *Air tube*, *Air hole*) zu schaffen. — Von einer oder mehreren Stellen der Form aus gräbt man dann noch eine Rinne in den Sand, die das flüssige Metall der Form zuführt (*Einguß*, *Coulée*, *Runner*).

Diese einfachste Art des Einformens, welche nur mit flachen Modellen vorgenommen werden kann, ist ausschließlich für ordinäre Gußstücke, namentlich solche anwendbar, bei denen es auf eine Ausbildung der dem Sande abgewendeten Seite nicht ankommt. Ist diese Seite unbedeckt (*offener Herdguß*), so wird sie rauh, uneben und namentlich an den Kanten rund und nicht scharf. Soll aber auch diese obere Seite entsprechend ausgebildet werden, so ist man gezwungen, die Form zu bedecken, wodurch der *bedeckte Herdguß* entsteht, der sich auch zum Abgießen runder Modelle eignet, wenn die Decke (eine mit Lehm bestrichene Eisenplatte oder ein mit Sand gefüllter Rahmen) den oberen Teil der Form besitzt. — Hat das Gußstück Vertiefungen oder so kleine Löcher, daß der dazu in der Form stehende Sand beim Abheben des Modelles oder beim Eingießen das Metall abzubrechen droht, so bildet man diese Sandteile (*Kernstücke*) aus fettem Sand oder aus Eisenstiften, die des Ablösens wegen mit Lehm überzogen werden müssen, und legt sie in die Form, wobei eine Erhöhung am Modelle, die sich in den Sand eindrückt, die Stelle bezeichnet, an welcher der Kern anzubringen ist (*Kernmarke*). Solche Kernstücke werden mitunter auch schwebend durch Aufspießen auf eine Stange oder mit den Enden auf den Rändern der Form liegend (*Leisteisen*) zur Bildung von Vertiefungen, namentlich Nuten, Falzen auf der oberen Seite des Gußstückes bei offenem Herdguß angebracht. Einige Beispiele mögen das Verständnis der Herdformerei erleichtern.

In Fig. 111 ist die gewöhnliche Art zum Einformen rost- oder gitterartiger Modelle dargestellt. Das Modell besteht entweder aus einem Stabe vom Querschnitte  $a$  oder mehreren solchen Stäben, die je nach Bedürfnis wiederholt nebeneinander eingedrückt werden (bei Gittern etc.) oder es gleicht ganz dem Gußstücke (bei Ofenrosten u. dergl.).



Fig. 111.

Ein Beispiel von bedecktem Herdguß und angedämmter Form zeigt Fig. 112, wobei zugleich zu erkennen ist, daß die Öffnung in der Mitte des Gußstückes keine weitere Behandlung fordert.

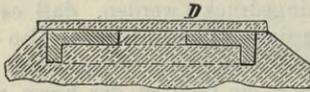


Fig. 112.

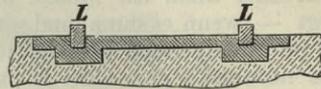


Fig. 113.

Fig. 113 führt eine Platte vor Augen, die als offener Herdguß gebildet werden soll, und bei der Leisteisen  $L$  querüberlaufende Nuten aussparen.

b) Kastenformerei (Moulage en châssis, *Flask-moulding*). Die Herdformerei bietet namentlich den Vorteil, daß man außer dem Herde besonderer Vorrichtungen zur Aufnahme der Form nicht bedarf; diesem gegenüber besitzt sie aber so entschiedene Nachteile und Unbequemlichkeiten, daß ihre Benutzung gegenüber der Kastenformerei zur Ausnahme wird. Die beim Einformen erforderliche gebückte Stellung des Arbeiters, oft weit entfernt vom Tageslicht, macht die nötigen Handgriffe unbequem und unsicher; die zwischen den Formen notwendig herlaufenden, der Platzausnutzung wegen möglichst schmalen Zwischenräume (Wege) erschweren sowohl den Formern als den Gießern die Bewegung und haben oft Verletzung und Zerstörung der Formen zur Folge; das Eindrücken des Modelles in den Sand erheischt ein oft wiederholtes, also zeitraubendes Ausnehmen und Einlegen des Modelles; die horizontale Lage läßt das Metall nur langsam fließen, da zur Vermehrung des Druckes sogen. Gußzapfen nur schwierig angebracht werden können, weshalb der Guß in der Regel sehr heiß (hitzig) erfolgen muß. — Bei dem Formen in transportablen Gefäßen dahingegen kann der Former an bequem hohen Arbeitstischen vor Fenstern stehend oder sitzend die Form mit Sicherheit vollenden. Das Verfahren selbst läßt eine Verdichtung der Sandoberfläche, weil der Sand auf das Modell gedrückt wird, viel besser vermeiden, fordert kein wiederholtes Einlegen des Modelles und geht daher viel schneller von statten. Endlich ist man bei der Kastenformerei fast unbeschränkt in der Mannigfaltigkeit der Gestalten der Gußstücke, da man nicht an ungeschnittene oder höchstens (bei der verdeckten Herdformerei) an einmal zerschnittene Modelle gebunden ist.

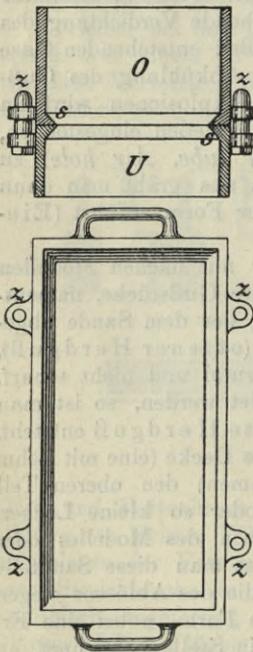


Fig. 114 und 115.

Das Gefäß, in dem die Sandform hergestellt wird, ist der Formkasten (Flasche, Lade, Châssis, *Flask, Box*). Im allgemeinen muß die Einrichtung desselben für Gußstücke getroffen werden, welche an allen Seiten bestimmt

ausgeprägte, scharfe Grenzen haben sollen. Der gewöhnlich viereckige Formkasten (Fig. 114 und 115) besteht daher selbst bei einfachen flachen Gegenständen aus zwei Teilen: Unter- und Oberkasten U, O (Châssis inférieur, *Lower box*, *Bottam flask*, *Drag*, Châssis supérieur, *Contre-châssis*, *Dop box*), die aufeinander gesetzt werden (zweiteilig), häufig bei weniger einfachen Gegenständen aus drei (Unter-, Mittel- und Ober-), vier und mehr Teilen (drei-, vier- und mehrteilig). Damit der Sand auf das Modell gedrückt werden kann, dürfen die Kasten keine festen Böden haben; sie sind demnach eigentlich nur oben und unten offene Rahmen, welche durch aufgelegte fliegende Deckel (Formbretter, *Planche à mouler*, *Planche de fond*, *Moulding bord*) zeitweilig geschlossen werden.

Da eine Verschiebung der Kastenteile gegeneinander eine Verletzung der Form und ein ungenaues Zusammenpassen einzelner Formteile zur Folge hat, so müssen dieselben aufeinandergelegt in unveränderlicher Lage bleiben. Dies erfolgt durch zweckmäßig, gewöhnlich außerhalb angebrachte Zapfen z, z mit Ösen, drehbare Haken und Ringe, Vorreiber, mitunter sogar durch Schraubzwingen usw. — Der Sand darf auch dann nicht aus dem Rahmen herausfallen, wenn das Formbrett weggenommen wird; deshalb müssen die Formkasten selbst zum Tragen der Sandform dienen. Sind sie klein, so genügt es zu diesem Zwecke ihre innere Seite mit vorspringenden Rippen ss (Sandleisten, *Stays*) zu versehen oder sie auszuhöhlen; sind sie größer, so erhalten sie durch den Sand gehende Leisten, die entweder auf die Sandleisten gehängt werden (Hängeisen, Gehänge, Barre, *Gaggers*) oder zellenförmig durch den Kasten verteilt sind (Fig. 116) und daran festsitzen (Querrippen; gefächerte Kasten). Das Metall wird in der Regel durch die Seitenwand (also oben in den auf der Seite stehenden Kasten) eingegossen, so daß es sich vertikal verbreitet, weil dadurch das Gewicht für die Ausfüllung der Form besser zur Wirkung kommt; in der Wand der Formkasten befindet sich dann eine Öffnung, welche durch einen Kanal (Einguß, Gießloch, *Jet*, *Git*, *Runnir*, *Tedje*) mit der Form in Verbindung steht, außerdem sind kleine Löcher vorhanden, welche die Windkanäle aufnehmen. Alle diese Öffnungen liegen am zweckmäßigsten an den Berührungspunkten zweier Kastenteile.

Ein gewöhnlicher zweiteiliger Formkasten aus Walzeisen ist in Fig. 117 (im Durchschnitte) und in Fig. 118 so dargestellt, daß man auf den Unterkasten sieht. In a a sind die Zapfen zu erkennen, die am Oberkasten O festsitzen und in die Ösen b b des Unterkastens U eintreten. Die Wände c c sind nach innen konkav zum Tragen des Sandes und bei d und e mit kleinen halbrunden Einschnitten versehen, wovon je zwei sich zu runden Löchern vereinigen, wenn beide Kasten aufeinander gesetzt werden: d bildet dann den Einguß, e die Öffnungen für die Windpfeifen. Die Formbretter mit den eingeschobenen Leisten sind mit ff bezeichnet.

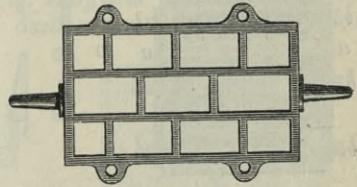


Fig. 116.

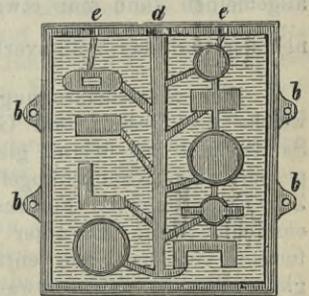
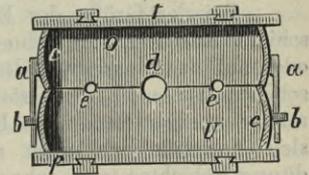


Fig. 117 und 118.

Fig. 119 zeigt einen vierteiligen Formkasten aus Holz. Der Oberkasten O und der Unterkasten U sind im Durchschnitte gezeichnet, wodurch die Sandleisten sichtbar werden. Zugleich erkennt man in a a die Holzleisten zum Verhindern der Verschiebung, welche durch die sechs Ösen b hindurchgesteckt werden. Der Mittelkasten M ist noch einmal quer durchgeschnitten, wodurch der ursprünglich dreiteilige Kasten vierteilig wird. Die beiden Hälften werden dann durch Haken und Ringe bei h zusammengehalten. — Verschiedene Querschnitte von Formkasten sind noch in Fig. 119—122 gezeichnet, wovon Fig. 121 u. 122 als Beispiele für Walzeisen, Fig. 123 für Gußeisen dienen können.

Die Formkasten werden gewöhnlich aus Gußeisen, vielfach aus Walzeisen, selten aus Messing hergestellt, oder aus Holz, das durch eingeschobene Leisten etc.

gegen Werfen möglichst geschützt wird. — Die Größe der Formkasten richtet sich nach der Größe des Gußstückes, wobei zu bemerken, daß zur besseren Ausbeutung des Sandes sehr oft mehrere Formen in einen Kasten kommen (Fig. 118). Mitunter sind die Formkasten so eingerichtet, daß man sie durch Einschalten oder Fortnehmen einzelner Teile größer oder kleiner machen kann. Sehr große Formkasten sind außerdem noch mit Hängen oder sonstigen Vorsprüngen

zum Einhängen in Ketten versehen, um mittelst eines Kranes etc. transportiert werden zu können (Fig. 116).

Bei der Größe der Formkasten ist namentlich auf die Dicke der Sandschicht Rücksicht zu nehmen, die zwischen Modell und Kasten sich befindet oder auf das Massenverhältnis zwischen Sand und Gußstück, welches sehr verschieden ist, nach der Größe des Gußstückes, so daß bei großen Gußstücken relativ weniger Sand zum Formen gebraucht wird als bei kleinen, und welches sich hauptsächlich nach den Abkühlungsverhältnissen richten muß, indem dünne Schichten eine schnellere Wärmeentziehung veranlassen, als starke. Im allgemeinen kann man etwa 4 cm als Sandstärke an den dünnsten Stellen annehmen und das Volumverhältnis von  $\frac{\text{Sand}}{\text{Gußstück}} = \frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{30}$  wechseln lassen.

Bei Massenerzeugung bedient man sich zweckmäßig der Formkasten, welche der Gestalt und Größe der Gußstücke insoweit entsprechen, daß die Sandschicht fast überall gleiche Dicke erhält, wodurch Formmaterial und Arbeit gespart wird (Kanonenkugel: runde Formkasten, Röhren: zylinderförmige Kasten). Zur Ersparung von Formkasten ist die Einführung von Abschlagkästen<sup>1)</sup> empfehlenswert. Darunter werden Kasten verstanden, welche nach dem Einformen von der Form entfernt werden. Zu dem Zwecke haben sie inwendig glatte Wände, welche etwas verjüngt verlaufen, oder an einer Kante Scharniere zum Auseinanderklappen. Zum Transport der Form zur Gießstelle dient dann ein gleichgeformter Kasten (Gießkasten), den man über die herausgeschobenen Sandkörper stürzt. Dieser Gießkasten ist gewöhnlich nur einteilig, mitunter auch in der Diagonale geteilt und dann mit Scharnieren versehen.

Das Einformen selbst wird auf dem sogenannten Formtische vorgenommen, der zweckmäßig drehbar eingerichtet ist (Rolltisch), damit der Former durch

<sup>1)</sup> Dingers Journ. 229, 234; 235, 21; 242, 56. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1878, S. 32; 1891, S. 1191. — Berlin. Verh. 1880, S. 192.

Drehung desselben zu jedem Teile des Formkastens gelangen kann, ohne seinen Platz zu verändern. Nur bei sehr großen Formen wird auch wohl das Formen auf der Hüttensohle vorgenommen, um den unbequemen und für die Form oft gefährlichen Transport zu vermeiden. — Auf dem Formtische hat der Former eine ausreichende Menge Sand, seine Hilfswerkzeuge usw. neben sich liegen, sodaß er, mit dem Gesicht dem Fenster zugekehrt, möglichst bequem, gewöhnlich stehend, arbeiten kann. —

Die sämtlichen Gußstücke der Kastenformerei kann man analog den Modellen (S. 97) in 2 Kategorien bringen, in flache und runde, und die letzteren weiter zerlegen in massive und hohle. Von diesen fordern die flachen die einfachste, die hohlen die umständlichste Behandlung, wie aus folgender Darstellung hervorgeht.

Flache Gegenstände. — Das einzuformende Modell M wird mit der flachen Seite auf das Formbrett B gelegt (Fig. 123), das mit seinen Leisten auf dem Formtische liegt, der eine Kastenteil U darüber gestellt und nun Sand

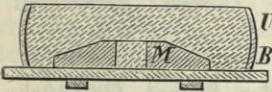


Fig. 123.



Fig. 124.

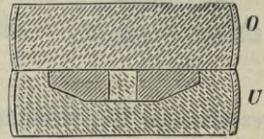


Fig. 125.

eingefüllt mit der Vorsicht, daß das Modell überall fest und ohne Lücken mit Sand bedeckt wird, der Sand mit einer Keule (S. 98) angeschlagen oder mit einer schweren, darüber hin- und herrollenden Kugel, selten durch Pressen, angedrückt und endlich die obere Sandkante mit einem Lineal abgestrichen. Sodann legt man ein zweites Formbrett auf die obere Sandfläche, dreht das Ganze so um, daß nunmehr B oben zu liegen kommt und nimmt B ab (Fig. 124). Darauf wird der zweite Teil O (Fig. 125) des Kastens aufgesetzt und dergleichen mit Sand vollgestampft, wodurch also das Modell vollständig in den Sand eingebettet wird. Nachdem dies geschehen, entfernt man den Oberkasten O, hebt das Modell aus dem Sande des Unterkastens, schneidet die Wind- und Einguß-Rinnen ein, setzt den Oberkasten wieder auf und legt das Formbrett darüber, wo nun die Form zum Guß fertig ist. — Bei dieser Handhabung ist es vor allen Dingen notwendig, daß die Sandteile in U und O sich ohne Verletzung voneinander trennen, was nur durch die Zwischenlage einer Substanz erreicht werden kann, welche die Adhäsion verhindert. Als solche Substanz hat sich am zweckmäßigsten Ziegelmehl und trockener Sand (Scheidsand, Pudersand, Sable brûlé, *Parting sand*) bewährt, der aus einem Gazebeutel aufgestaubt wird (Pudern, Saupoudrer, *Dust*); dann wird die Form inwendig, als letzte Arbeit mit feinem gaslosen Koks-, Holzkohlen- oder am besten Graphitstaub geschwärzt (*Noircir, Smoke*), um das Anhaften des Sandes an dem Gußstücke und die Oxydation zu vermeiden; auch Asche, Stärkemehl etc. wird zum Pudern benutzt.

Sehr oft formt man mehrere Modelle gleichzeitig in einem Kasten ein, um Sand und Arbeit zu sparen; dann genügt es, einen Haupt-Einguß mit einer Hauptrinne (*Chéanal principal, Ridge*) herzustellen und davon nach den einzelnen Formen Abzweigungen zu machen. Diese sind nach der Regel anzulegen, daß sich die Formen nacheinander und ohne Unterbrechung des Metallstromes füllen, was im allgemeinen dadurch zu erreichen ist, daß die Abzweigungen von dem Hauptkanal nicht nach abwärts, sondern nach aufwärts

gerichtet werden, wie Fig. 118 S. 101 zeigt. — Um das Ausschneiden der Gußrinne und Windpfeifen aus dem Sande zu ersparen, wird häufig ein keilförmiges Modell (*Runner, Stik*) hierzu mit eingeformt, oder für die Entfernung der Luft etc. mit Spießen in der Nähe der Form in den Sand gestochen.

Diese Art des Einformens erleidet eine kaum nennenswerte Abweichung, wenn die flachen Stücke auf einer oder beiden Seiten flach vertieft, oder durchbrochen sind, so daß z. B. Zahnräder (Stirn- und Kegelräder), Riemenscheiben mit Duchbrechungen zwischen den Speichen und in der Nabe, die, wenn sie später abgedreht werden, als flache Gegenstände einzuformen sind, nur daß die Trennungsfläche des Sandes bei ovalen und Speichen mit Mittelrippen innerhalb des Radkranzes durch die Mitte der Speichen gehen muß.

In Fig. 126 (Ventilgehäusedeckel), sowie in Fig. 127 bis 131 sind Querschnitte dargestellt, die ebensogut wie die in Fig. 111 bis 113 und 98

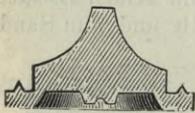


Fig. 126.



Fig. 127-131.

gezeichneten Gegenstände, den ausgeprägten Charakter der flachen Gußstücke besitzen.

**Runde Gegenstände.** — Das Einformen runder Gegenstände setzt in der Regel zerschnittene Modelle voraus, wie S. 97 näher erklärt wurde. Ist das Gußstück dann derart, daß, wenn man nach der Methode des Einformens flacher Gegenstände die einzelnen Modellteile in besonderen Kastenteilen abformt, durch einfaches Zusammenstellen der Kastenteile eine gußfertige Form entsteht, so kann man es zweckmäßig massiv nennen; wenn dagegen an den Gußstücken solche Vertiefungen oder Höhlungen vorkommen, daß man zu besonderen Hilfsmitteln greifen muß, um in den Formen den Vertiefungen oder Höhlungen entsprechende Teile zu bilden, so nennt man sie passend hohl. Eine strenge Grenze findet übrigens schon deshalb zwischen massiv und hohl nicht statt, weil es Gußstücke gibt, die je nach der Geschicklichkeit des Formers massiv oder hohl geformt werden können.

**Massivrunde Gußstücke.** — Von dem zerschnittenen Modelle wird ein Teil mit der Schnittfläche auf das Formbrett gelegt, der dazu gehörige Kastenteil darüber gesetzt und mit Sand gefüllt, wie oben näher beschrieben



Fig. 132.

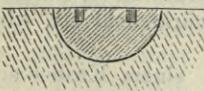


Fig. 133.

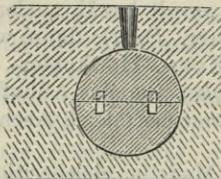


Fig. 134.

ist. Darauf wird dieser Kastenteil mit dem darinliegenden Modellteile umgekehrt, auf das im Sande liegende Modellstück das sich daran schließende Kasten-teil der zweite gesetzt und ebenfalls mit Sand gefüllt und diese Arbeit so oft wiederholt, bis alle Modell-teile eingeformt sind. Die Kasten-teile werden sodann in umgekehrter Folge auseinandergenommen und,

nachdem die Modellstücke ausgehoben, endlich wieder zum Guß zusammengesetzt. — Man sieht hieraus, daß die Zahl der Kastenteile mindestens gleich ist der Zahl der Modellteile, so daß man bei reicher entwickelten Formen (Statuen, Figuren

u. dergl.) oft zu einer grossen Zahl von Kastenteilen kommen würde. Man sucht dies soweit zu vermeiden, daß die Zahl der Formkastenteile gewöhnlich nur zwei und höchst selten mehr als fünf beträgt, während die Zahl der Form- oder Modellteile oft nach hunderten gezählt werden kann. Dieses für die Formerei so höchst fruchtbare Verfahren besteht darin, daß man von einzelnen Teilen des Modelles besondere Abdrücke macht, und diese Abdrücke an den entsprechenden Stellen der Form einschaltet. Diese Abdrücke, welche also einzelne Formteile ersetzen, heißen falsche Kerne oder Kernstücke (*Pièce de rapport, False core*) und werden der größeren Haltbarkeit wegen gewöhnlich aus fettem Sand oder Lehm, mitunter, je nach der Geschicklichkeit des Arbeiters, auch aus magerem Sand angefertigt. — Bei dem Zusammen- setzen der einzelnen Formteile ist es kaum zu verhindern, daß die scharf- kantigen Ränder etwas verletzt, also abgerundet werden. Hierdurch entsteht auf der Oberfläche des Gußstückes eine linienartige Erhöhung (die *Gußnaht, Bavure, Conture, Seam, Flash*) als Verunstaltung, die später wegzuarbeiten ist, wenn sie nicht an einer Stelle des Gußstückes liegt, wo ihre Anwesenheit ent- weder kaum bemerkt wird, oder für den Gebrauch unschädlich ist (z. B. an scharfen Kanten). Der Former hat demnach nebenbei auf diesen Punkt mit Rücksicht zu nehmen.

Einige Beispiele mögen das Vorstehende des Näheren erläutern.

Eine Kugel wird mit einem Modelle eingeformt, das aus zwei Teilen (Kugelhälften) besteht. Die eine Hälfte legt man mit der Schnittfläche auf das Formbrett (Fig. 132), setzt den Unterkasten auf, füllt Sand ein, kehrt um

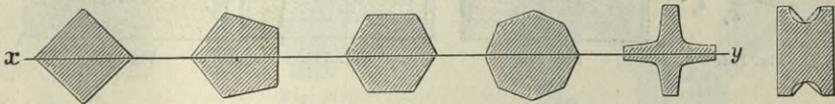


Fig. 135—140.

(Fig. 133), legt die zweite Modellhälfte auf die erste, den Oberkasten auf den Unterkasten und füllt auch diesen mit Sand, nachdem man zuvor ein Einguß- modell eingelegt hat, das sich nach oben oder sitlich aus dem Sande heraus- ziehen läßt (Fig. 134). — Dieses Verfahren gilt für alle massive Rotations- körper, sofern ihre Endflächen zur Achse rechtwinklig abgeschnitten sind oder nach auswärts treten: Zylinder, Kegel, Paraboide, Leuchterschäfte, Walzen etc. Ferner für alle prismatische und pyramidale Körper mit ebenen Begrenzungsflächen (Fig. 135 bis 140), wenn die Querschnittsfigur keine einspringende Winkel hat, ohne Rücksicht darauf, ob die Achse gerad- linig oder beliebig gebogen ist. (Ringe, Ringelwalzen, Gestellteile, Gitter.) — Bei den Rotationskörpern geht die Schnittfläche durch die Achse, bei den pris- matischen und pyramidalen Körpern durch zwei passende Kanten, oder eine Kante und eine Fläche (Fig. 136), nach der Linie  $xy$ . — Auch gilt dasselbe Verfahren bei Gußstückes, die aus Rotationskörpern und ebenflächigen, pyra- midalen oder prismatischen zusammengesetzt sind, wenn die Querschnittsfigur der letzteren einen Mittelpunkt hat (z. B. runde Säule mit 6- oder 8-eckigem Sockel), so daß die Schnittebene in beide Achsen fällt.

Eine Riemenscheibe mit bikonvexem Kranz. Das Modell wird recht- winklig zur Achse  $xy$  (Fig. 141) durch die Mitte der Speichen zerschnitten und in einem zweiteiligen Kasten wie oben eingeformt. Dasselbe Verfahren wird überhaupt zur Anwendung gebracht bei Rotationskörpern, welche an den

Endflächen nach innen treten und deren Umflächen an den Schnittflächen den größten Durchmesser haben und von diesem nach beiden Endflächen kontinuierlich

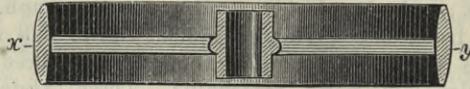


Fig. 141.

lich abnehmen, wenn zugleich mit dem Zentralschnitte auch die zwischen der Peripherie liegenden Teile, Speichen, Nabe sich in zwei flache Teile trennen.

Ein Seckiges Prisma mit flachkonkaven Seitenflächen (Fig. 142). Man sieht leicht ein, daß es hier keinen Schnitt gibt, der das Modell in zwei solche Teile zerlegt, welche sich ohne Ausbrechen des Sandes ausheben lassen. Nach  $xy$  zerschnitten reißen  $a_1 b$  und  $a b_1$  Sand weg, nach  $a_1 b_1$  zerschnitten, geschieht dasselbe von  $cb$  und  $ac_1$ . Die Teile des Modelles, welche Sand mit fortreißen und Unterscheidungen heißen, müssen daher vermieden werden. Zerschneidet man dieses Modell nach den Linien  $a_1 b$  und  $a b_1$ , so entstehen zwei flache Teile  $ac_1 b_1$  und  $a_1 c b$ <sup>1)</sup> und noch ein rundes Modell  $aa_1 b b_1$ . — Man

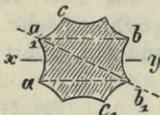


Fig. 142.

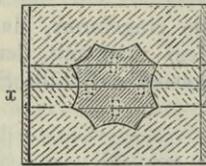


Fig. 143.

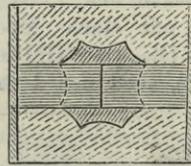


Fig. 144.

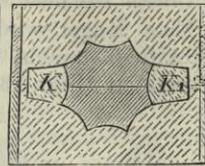


Fig. 145.

kann nun das Ganze auf mehrere Arten einformen. 1. (Fig. 143). Das Mittelstück wird nach  $xy$  zerschnitten, auf das Modellbrett gelegt und ein Kastenteil (Mittelkasten) darübergestellt, welcher mit ihm gleiche Höhe hat, und mit Sand ausgestampft. Dann der Oberteil  $a_1 c b$  in dem Oberkasten geformt, nun umgekehrt, und endlich der dritte Teil auf die andere Seite des Mittelstückes gelegt, der Unterkasten darüber gesetzt und mit Sand gefüllt. Nachdem dies geschehen, wird der obenliegende Unterkasten abgenommen und das darin sitzende Modellstück ausgehoben, sodann die diesem Stücke zugekehrte Hälfte des Mittelstückes aus dem Mittelkasten entfernt und in gleicher Weise das Stück  $a b_1 c_1$  aus dem Oberkasten, die andere Hälfte des Mittelstückes aus dem Mittelkasten gebracht. 2. (Fig. 144.) Das Mittelstück wird nicht zerschnitten, dahingegen der Mittelkasten der Länge nach in zwei Teile zerlegt (nach Fig. 119), welche, nachdem ganz auf dieselbe Weise wie unter 1. eingeformt, durch seitliches Voneinanderziehen das Mittelstück freigeben. In diesem Fall erhält man die Gußnähte, die im ersten Fall an den Stellen  $xy$  entstehen, an den Kanten, wo die Mittelteile zusammenstoßen. 3. (Fig. 145.) Das Modell wird in der Mitte nach  $xy$  durchgeschnitten und beide Teile wie flache Modelle in einem zweiseitigen Formkasten eingeformt, dann zwei Sandprismen herausgestochen, so daß ein Ausheben der Modellteile geschehen kann. Nach dem Ausheben und vor dem Zusammensetzen der zwei Kastenteile werden dann die ausgeschnittenen

1) Es läßt sich geometrisch nachweisen, daß ein Ausheben dieser Stücke stattfinden kann, wenn der Krümmungshalbmesser des konkaven Zylinderflächenbogens nicht kleiner ist als der Radius des die Figur (6- oder 8-Eck) umschreibenden Kreises.

Sandstreifen durch eingelegte Kernstücke  $KK_1$ , welche die entsprechende Gestalt haben, wieder ausgefüllt. — Ein besseres Verfahren besteht darin, daß man die Kernstücke vorher anfertigt und mit einformt, als wären sie Modellteile. Das in der Mitte zerschnittene Modell läßt dann beim Abheben des einen Kastenteils den Sand los und kann zur Hälfte abgehoben werden. Nimmt man darauf die Kernstücke fort (oft ist es nur nötig, ein Stück fortzunehmen), so steht dem Ausheben der zweiten Modellhälfte nichts im Wege. Nach ihrer Entfernung legt man die Kernstücke wieder ein und setzt den abgenommenen Kasten auf, wodurch die Form gußfertig ist.

Das Einformen des in Rede stehenden Gußstückes, welches nur durch das Mittelstück schwierig wird, kann also geschehen durch ein dreiteiliges Modell mit dreiteiligem Formkasten oder durch ein dreiteiliges Modell mit vierteiligem Formkasten oder durch ein zweiteiliges Modell mit zweiteiligem Formkasten und Kernstücken. Die letzte Methode ist die gebräuchlichste, weil sie in allen Fällen, wo dergleichen Unterscheidungen vorkommen, gewöhnlich die Bildung der Form in einem zweiteiligen Formkasten zuläßt, indem die Kernstücke die Modellteile gewissermaßen zu flachen ergänzen.

Als Beispiele können hier noch angeführt werden alle Rotationskörper, deren Endflächen nach innen gehen und deren Oberflächen konkav sind (Rolle

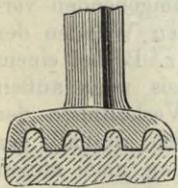


Fig. 146.

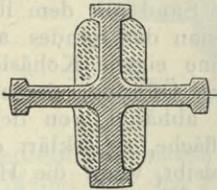


Fig. 147.

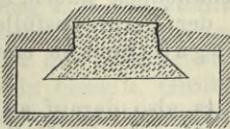


Fig. 148.

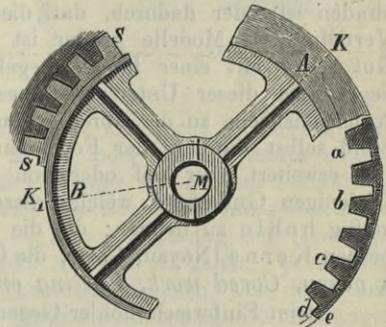


Fig. 149.

mit Schnurlauf, Friktionsräder mit Keilnuten, Ketten- und Seilscheiben, Fig. 146), ferner kannelierte Zylinder und Prismen, gerade und gebogen. Prismen mit einspringenden Winkeln, wie Fig. 147 und 148 zeigen, wo die punktierten Teile die Kernstücke bedeuten.

Die Anwendung der Kernstücke ist zwar am bedeutungsvollsten für die sog. Kunstgießerei (Statuen, Uhrgehäuse, Figuren, Reliefs etc.), allein sie bietet manchmal solche Bequemlichkeit, daß sie selbst da, wo eine Notwendigkeit nicht vorliegt, oft vorzuziehen ist. Ein Zahnrad (Stirnrad), Fig. 149, wird z. B. häufig so eingeformt, daß man mit einem glattrandigen Modelle A, dessen Kranzweite die Höhe des Zahnes noch übertrifft, nach der Methode eines flachen Gegenstandes eine Hohlform bildet und dann Sandkerne abc in der ringförmigen Vertiefung zur Bildung der Zahnücken aneinander reiht. Dieses Verfahren bietet noch den Vorteil, daß man mit einem Modelle Räder mit verschiedenen Zahnformen herstellen kann. Der Modellhalbmesser ist dann gleich MK, also noch über den Zahnscheitel um die Länge der Kernmarken de hinweggehend. Man kann übrigens dasselbe Resultat auch ohne Kernstücke auf folgende Weise

erreichen. Man nimmt ein Radmodell B mit glattem Rande, dessen Halbmesser  $MK_1$  nicht bis an die Zahnsohle reicht, und legt beim Einförmigen ein mit einigen Zähnen versehenes Segment-Modell S an den glatten Rand an, stampft den Sand in die Lücken ein und fährt so rund um das Modell herum fort.

Um das fortwährende Zusammensetzen und Auseinandernehmen der Modellteile und damit deren Abnutzung zu vermeiden, befestigt man die Modellhälften mit den Schnittflächen genau einander gegenüber auf den zwei Seiten eines Brettes, das über die Ränder des Formkastens reicht (Fig. 163) und mit dem Kasten nur gewendet werden braucht, um den korrespondierenden Teil zum Formen zurecht zu legen (Formplatte, Modellplatte). Besonders wichtig ist die hierauf beruhende Plattenformerei<sup>1)</sup> bei Massenproduktion und in den Fällen, wo mehrere Modelle gleichzeitig in einem Kasten eingeförmt werden sollen (Kugeln, Schlüssel, Knöpfe, Beschlagteile etc.).

Hohle Gegenstände. — Wenn ein Modell Vertiefungen oder durchgehende Öffnungen von solcher Beschaffenheit hat, daß der beim Einförmigen diese Hohlräume ausfüllende Sandkörper sich beim Abheben des Modelles vom Hauptkörper trennt, so ist man genötigt, diesen Sandkörper auf besondere Weise der Form einzuverleiben. Ein solches Abtrennen kann entweder verursacht werden durch Unterschneidungen des Modelles, so daß dieses den Sand förmlich untergreift (z. B. ein Bauchtopf untergreift den Sand mit dem Rande der Öffnung, durch welche der im Topf sitzende Sand mit dem ihn umgebenden verbunden ist) oder dadurch, daß die Adhäsion des Sandes an den Wänden der Vertiefung im Modelle größer ist als seine eigene Kohäsion (z. B. bei einem Gußstücke mit einer langen kegelförmigen Öffnung, deren Basis nach außen liegt). Da dieser Unterschied besonders abhängt von dem Verhältnisse der Adhäsionsfläche zu der abreißen Sandfläche, so erklärt es sich, weshalb der Sand selbst dann in der Form hängen bleibt, wenn die Höhlung nach außen sich erweitert aber tief oder von geringer Weite ist (z. B. bei einem Mörser). Diejenigen Gußstücke, welche diese erklärte Beschaffenheit haben, sind zweckmäßig hohle zu nennen; die die Höhlungen in der Form ausfüllenden Teile heißen Kerne (Noyau, Core), die Gußstücke Kernguß (Font en creux, Coulage à noyau, *Cored work*, *Casting on a core*).

Beim Einförmigen hohler Gegenstände kommt es also darauf an: die Hohlform zu bilden für die Herstellung der äußeren Gestalt des Gußstückes und den Kern anzufertigen und in die Hohlform zu bringen für die Gestaltung der Höhlung oder der inneren Gestalt des Gußstückes. Man kann, wie leicht einzusehen ist, auf zwei zweierlei Weise zum Ziele kommen. Erstens dadurch, daß man beide Arbeiten getrennt vornimmt, d. h. den Kern besonders anfertigt und in die Hohlform bringt oder zweitens, daß man Kern und Hohlform in einer Operation förm. — In dem ersteren Fall hat man, sofern man nicht bei der Einfachheit der Gestalt den Kern aus freier Hand anfertigt, zwei Modelle nötig: Eins zur Bildung der Hohlform, also gleich der äußeren Gestalt des Gußstückes; dieses braucht nicht hohl zu sein und wird eingeförmt wie ein rundes massives Modell (Vollmodell). Ein zweites zur Bildung des Kernes, also mit einer Höhlung gleich der inneren Gestalt des Gußstückes; dieses braucht nicht die äußere Gestalt des Gußstückes zu haben, muß sich aber von dem Kern ohne Verletzung desselben abheben lassen und diesem entsprechend zerschnitten werden nach den Regeln, die für die Vollmodelle gelten. Das zweite Modell heißt Kernkasten oder Kerndrücker (Boîte à

1) Dinglers Journ. 235, 20; 244, 183.

noyau, *Core box*); das Formmaterial wird darin durch Pressen zum Kerne ausgebildet, weshalb Kernkasten aus festem Material (Holz, Zink, Gußeisen, Messing etc.) und so konstruiert sein müssen, daß man sie durch Schraubzwingen oder Pressen aneinander drücken kann. Das Material zu den Kernen ist entweder Sand oder Lehm. Die Sandkerne bedürfen für gewöhnlich in sich einer Stütze, welche ein Abbrechen etc. vermeidet, und außerdem einer Unterstützung in der Form zum Festhalten in ihrer Lage. Die Stütze der Kerne wird erreicht durch Einschließen steifer Teile, Kernskelette (*Lanterne, Skelett*), welche je nach Gestalt der Kerne aus Drahtstücken, eisernen Stangen, Röhren, Platten, bei großen Sachen (Statuen etc.) oft aus einem vollständigen Gerippe gebildet werden. Um den Kernen in der Form die feste Lage zu sichern, erhalten sie je nach ihrer Gestalt, Größe, Stellung etc. zur Unterstützung entweder entsprechende Verlängerungen, die in gleiche Vertiefungen der Sandform passen (diese Ver-

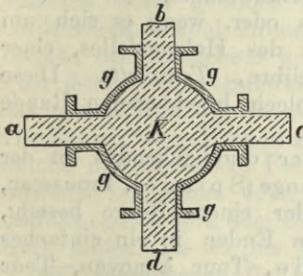


Fig. 150.

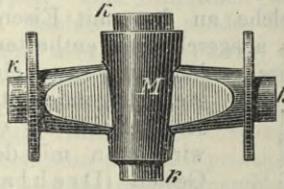


Fig. 151.

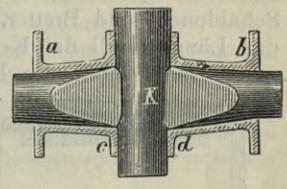


Fig. 152.

längerungen und Vertiefungen heißen Kernlager, Logement, *Coreprint*) oder Kernstützen aus Metall von den Formen  $\equiv$ ,  $\Gamma$ , oder durchgesteckte Drähte, Stangen (Kernstange) oder selbst förmliche Gehänge, die an dem Formkasten befestigt sind, z. B. bei Hohlkugeln sowie wenn das hohle Gußstück nur kleine oder gar keine Öffnungen nach außen hat. — Zur Aufsparung der Kernlager im Sande ist nur erforderlich, dem Vollmodell Ansätze zu geben, welche den Kernlagern in Gestalt, Größe und Lage vollkommen gleichen, weil diese ohne besondere Arbeit nach dem Ausheben in der Form die notwendigen Vertiefungen (Kernmarken, *Portée, Mark*) zurücklassen. — Nachstehende Beispiele mögen zur Erklärung dienen.

Fig. 150 ist ein Vollmodell mit den Kernmarken für den Guß eines Vierwehahngehäuses. K ist der Kern mit den vier aus den Öffnungen des Gußstückes hervortretenden Kernmarken a, b, c, d. Gußstück und zugleich der Hohlraum in der Form ist mit g bezeichnet. In Fig. 151 und 152 ist das Gehäuse für einen konischen Hahn als Beispiel gewählt. Man erkennt in Fig. 151 das Vollmodell M mit den vier Kernmarken k und in Fig. 152 den Kern K und den Durchschnitt des Gußstückes abcd.

Während zur Anfertigung und Behandlung der Sandkerne großes Geschick von seiten des Formers notwendig ist, fordern die Kerne aus Masse oder Lehm keine so geübte Arbeiter und deshalb ist ihre Anwendung trotz der kostbaren Herstellung eine sehr häufige, namentlich in der Messing-, Zink- und Bronzeießerei. Kleine Masse- und Lehmkerne werden wie die Sandkerne in Kernkasten gedrückt oder aus freier Hand durch

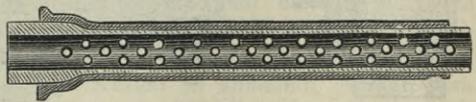


Fig. 153.

Kneten, Rollen, Schneiden auf einmal fertig gemacht. Bei großen Kernen ist das Material schichtweise auf das Kernskelett zu bringen und jede Schicht austrocknen zu lassen, bevor eine neue aufgetragen wird, weil die ganze Masse auf einmal aufgetragen, beim Trocknen zerreißen und abspringen würde. Um dabei an Material und Zeit zum Austrocknen zu sparen, fertigt man das Skelett wenn möglich hohl und mit durchlöchernten Wänden an, so daß auch die Feuchtigkeit der Masse nach innen entweichen kann. Der Kern zu einem runden Rohre z. B. wird, wenn er groß sein muß, aus einem Blechrohre angefertigt, Fig. 153, in das man Löcher gebohrt oder durch ein Spitzisen geschlagen hat, so daß die ausgerissenen Ränder dieser Löcher zugleich als Halt benutzt werden für die dünne Lehmschicht, die auf das Rohr gebracht wird. Das Umwickeln des Skeletts mit Strohseilen, Werg etc. bezweckt ebenfalls schnelles Austrocknen bei geringem Materialverbrauch. — Die äußerste Schicht wird dann geformt auch entweder mit freier Hand und Zuhilfenahme der Formerwerkzeuge, oder durch Aufdrücken des Hohlmodelles oder, wenn es sich um Rotationskörper handelt, mit Hilfe nur eines Teiles des Holzmodelles, einer Schablone (Lehre, Drehbrett, Échantillon, Calibre, *Templett*). Diese Schablonen sind Bretter, welche an dem mit Eisenblech beschlagenen Rande das Längensprofil des Kernes ausgeschnitten enthalten.

Das Skelett des Kernes, welches nur aus einer durchgehenden in der

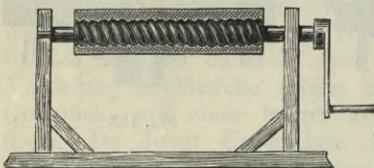


Fig. 154.

Achse liegenden Stange (Spindel, Trousseau, *Axe*, *Spindle*), oder einem Rohre besteht, wird dann mit den Enden in ein einfaches Gestell (Drehlade, *Tour à noyau*, *Tour à calibre*, *Founder's lathe*) Fig. 154 gelegt, die Schablone mit dem Profilausschnitte dagegen gedrückt, auf das eine Spindelende eine Kurbel gesteckt und dann vermittelst

Umdrehen so viel Lehm durch die Schablone weggeschnitten (*Trousser*, *Turn*), daß ein vollständig ausgebildeter Kern zurückbleibt.

Wenn die Höhlung eines Gußstückes außerdem mit massiven Teilen durch-

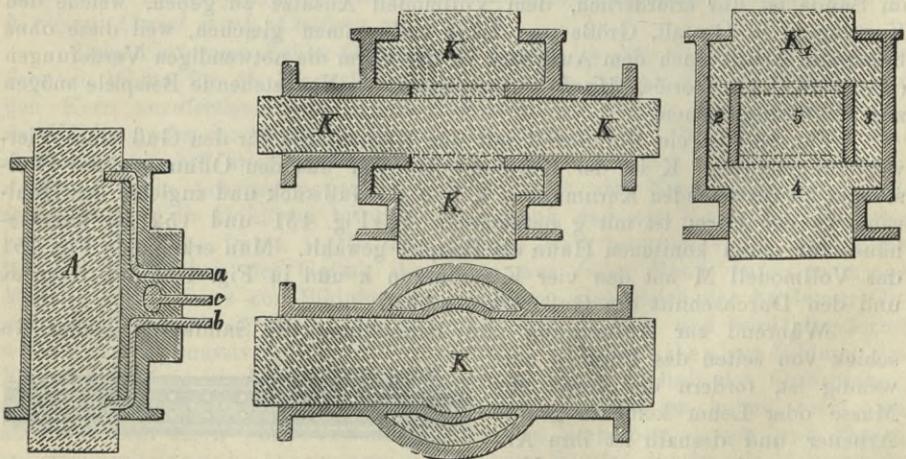


Fig. 155.

Fig. 156—158.

setzt ist und diesen entsprechend in dem Kerne wieder Öffnungen aufgespart werden müssen, so wird der Kern oft aus einzelnen Teilen, die jeder für sich

hergestellt werden, zusammengesetzt. Die Vereinigung dieser Teile geschieht dann in der Form und zwar durch Zusammenkleben mit Lehmbrei, Mehlkleister etc., oder durch Zusammenstiften mit langen, dünnen Drahtstiften (Formerstiften, Haltstift, *Épingle*, *Melters-Pin*). So hat ein Dampfzylinder, Fig. 155, einen Hauptkern A, zwei Kerne für die Dampfkanäle a, b, einen Kern für den Austrittskanal c nötig.

Ein sog. Dockenventil, Fig. 156 bis 158 fordert einen Kern K, wie aus Fig. 156 (Querschnitt durch die Länge), Fig. 157 (Querschnitt durch die Querachse) und aus Fig. 158 (Horizontalschnitt) sichtbar ist, und der aus fünf Stücken 1, 2, 3, 4, 5, (Fig. 159), zusammengesetzt wird. — Mitunter werden die Kerne gebrannt, wie dies bei der Lehmformerei näher erläutert werden wird.

Die zweite Methode der Formerei für Hohlguß ist die, wobei der Kern nicht für sich angefertigt und in die Form gelegt, sondern gleichzeitig mit der äusseren Form gebildet wird. Das Modell hat dabei die Beschaffenheit des Gußstückes, sowohl äußerlich als innerlich, und wird zerschnitten: einmal zum Zwecke des Aushebens aus dem umgebenden Sande und dann zum Abheben von dem inneren Sandkörper. Das Einformen besteht nun darin, daß man das ganze Modell wie ein flaches oder rundes Modell einformt, aber auch zugleich den Hohlraum mit Sand füllt, darauf diejenigen Kastenteile, welche nur die äußere Form enthalten, zuerst vom Modelle und dann das Modell entweder im ganzen oder geteilt von dem Sande abhebt, der den inneren Raum ausfüllt, sowie mit dem Sande eines Kastenteiles zusammenhängt und daher den Kern bildet. Es ist das Verfahren demnach prinzipiell übereinstimmend mit dem S. 107 angegebenen für Gußstücke mit Kernstücken.

Folgendes Beispiel, das zugleich gewählt ist, um noch einige andere beim Einformen dieser Gegenstände oft vorkommende Handgriffe zu beschreiben, möge zur Erläuterung des Vorhergehenden dienen. Es soll ein bauchiges Gefäß (Fig. 159), welches außerdem einen Rand als Fuß und zwei Henkel besitzt, so eingeformt werden, daß mit der Erzeugung der Hohlform auch die des Kernes stattfindet. Das Modell ist dreiteilig. Der eine Schnitt geht nach der Linie ab durch die engste Stelle des Gefäßes, so daß der Boden an dem Fuß m festsetzt; der zweite Schnitt geht durch die Achse xy des Hauptkörpers und teilt denselben in die zwei Teile Q und P, welche also symmetrisch sind. Alle Teile besitzen an den Schnittflächen kleine Stifte und Löcher zum Zusammenpassen. Zum Einformen dient eine vierteilige Formflasche nach Art der Fig. 119. Man stellt nun das ganze Modell mit dem Fuß auf ein Formbrett und darüber den zweiteiligen Mittelkasten, der genau die Höhe des Gußstückes haben muß und füllt sowohl den Raum um QP, als auch den Hohlraum in QP mit Sand aus. Sodann setzt man den Kastenteil U auf den Mittelkasten und füllt auch den so mit Sand aus, daß nur der Sandkern in QP sich mit diesem Sande gut verbindet. Darauf wird das Ganze umgedreht und auf die andere Kante des Mittelkastens der Kastenteil O gesetzt und ebenfalls mit Sand gefüllt, wodurch sich die Höhlung m im Fuß abformt. Die nunmehr fertige Form wird dadurch frei gemacht, daß man erst den Kasten O abnimmt, sodann das Modellstück m entfernt, darauf die beiden Teile des Mittelkastens seitwärts von Q und P abzieht, und nun endlich auch die Modellteile Q und P vom Kern herunternimmt. Zum Guß werden darauf alle Kastenteile wieder zusammengesetzt. — Die Henkel werden durch je zwei kleine Modellteile gebildet, welche

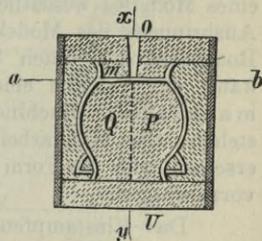


Fig. 159.

durch entsprechende Öffnungen des Modells gehen und während des Einförmens daran sitzen, aber nachdem die Umgebung mit Sand gefüllt ist, in das Innere des Modells hineingezogen werden. — Der Einguß wird ebenfalls durch ein besonderes Modellstück von keilförmiger Gestalt, das in dem Kasten O mit eingeförmert wird, ausgespart. — Besonders angewendet wird diese Methode zum Guß der sog. Poteriewaren (Kasserollen, Bauchtöpfe, Leimziegel, Mörser, Teekessel).

Ist ein Auseinanderpressen der Modellteile beim Eindrücken des Sandes zu befürchten, wodurch eine Trennungsfuge im Gußstücke entsteht, so setzt man das Modell zweckmäßig während der Kernbildung in einen Ring, oder zwischen Stützen, welche von der Kastenwand bis zum Modelle reichen und die Teile fest zusammenhalten. Mitunter, wenn es nämlich auf eine genaue Ausbildung des Hohlraumes nicht ankommt, ist folgendes Verfahren in Anwendung. Man formt durch ein massives Modell die äußere Gestalt als Hohlraum im Sande, nimmt das Modell heraus und bildet nun in diesem Sand-Hohlraum durch Eindrücken einen Sandkörper und schneidet von diesem soviel Sand herunter, als die Dicke des Gußstückes verlangt. — Das Einschließen solcher Teile, welche später in dem Hohlraum des Gußstückes bleiben sollen und demgemäß größer sind als die im Gußstücke vorhandenen Öffnungen, z. B. bei Schellen, mit Kugeln gefüllten Hohlgeschossen etc. wird einfach dadurch bewirkt, daß man sie in den Sand des Kernes einlegt. — Mitunter sollen einzelne Teile (Türdrücker, Ring in einer Glocke, die eisernen Schrauben und Stifte an Messingknaufen usw.) angegossen werden. Dieses geschieht dadurch, daß man sie, nachdem sie zweckmäßig vorher verzinnt sind, an die entsprechenden Stellen in die Form legt.

c) Maschinenformerei. Da die Erzeugung einer Sandgußform mittelst eines Modelles wesentlich die Arbeit des Einbettens in Sand und des sorgfältigen Ausbringens des Modelles aus dem Sande erfordert und da andererseits jeder Rotationskörper nach S. 110 mit Hilfe einer Schablone herzustellen ist, so kann die Aufgabe einer mechanischen Vorrichtung zur Formbildung (Formmaschine<sup>1)</sup>, *Machine à mouler*, *Moulding machine*) entweder darin bestehen, die Handarbeit des Sandeinstampfens oder des Modellaushebens zu ersetzen oder die Form mit Hilfe einer Schablone, als Ersatz des Modelles, herzubringen.

Das Einstampfen muß stets in der Weise erfolgen, daß der Sand sich überall ohne Unterbrechung und mit gleicher Dichtigkeit an das Modell anlegt. Um diesen Erfolg sicher zu erreichen, hat aber je nach der Oberflächenbeschaffenheit und der Höhe des Sandes die Anpressung in verschiedener Richtung und Stärke stattzufinden und macht demnach Vorrichtungen nötig, welche in Richtung und Stärke der Wirkung einen sehr großen Wechsel gestatten, insofern in ihrer Anordnung aber Schwierigkeiten hervorrufen, die jetzt so weit überwunden sind, daß die Nützlichkeit auch dieser Gattung von Formmaschinen in vielen Fällen bewiesen ist. Der Andruck des Sandes wird dabei durch Stampfen, Kniehebel, Schraubenspindeln, Exzenter, Druckwasser u. dgl. bewirkt und direkt oder mittelst Formplatten übertragen.

1) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1865, S. 682; 1874, S. 759; 1878, S. 33; 1879, S. 99; 1886, S. 448; 1886, S. 335; 1887, S. 776, 823; 1890, S. 106; 1891, S. 1191, 1325; 1899, S. 394; 1902, S. 1616. — Berl. Verh. 1880, S. 179. — Dinglers Journ. 236, 211; 246, 6; 250, 194; 252, 454; 253, 363; 255, 318; 257, 7; 259, 300, 449; 283, 214; 295, 125; 302, 180; 308, 9; 316, 387. — Prakt. Masch.-Konstr. 1878, S. 10; 1881, S. 183; 1882, S. 121; 1895, S. 171. — Stahl u. Eisen 1895, S. 995; 1904, S. 175, 1036. — Ztsch. f. Werkz. 1902, 115.

Die zweite Gruppe von Formmaschinen umfaßt diejenigen, welche die Bestimmung haben, das Modell zwangläufig aus der Form zu bringen, weil hierdurch besonders das Ausbessern der Form überflüssig gemacht wird. Sie bewirken das Entfernen des Modelles entweder durch Abheben der Sandform von demselben oder durch Ausheben oder Ausdrehen des Modelles aus der Form. — Das Ausheben erfolgt vielfach in der Weise, daß man in dem zugleich als Formbrett dienenden Formtische genau nach dem Umriss der Modellschnittfläche eine Öffnung herstellt, in diese das Modell auf einer Platte von unten her einschiebt und nach Fertigstellung der Form, an Führungen unter dem Tische mittelst Schrauben, Hebel, Zahnstangen oder Ketten rechtwinklig zu der Tischfläche durch diese Öffnung wieder nach abwärts herauszieht. — In Fig. 160 ist eine einfache Ausführung dieser Durchziehformmaschine dargestellt. Das Modell *a* ist auf der Platte *b* befestigt und wird mit dieser an den Führungsstangen *ll* mittelst der Schraube *s* dadurch auf- und abbewegt, daß die mit dem Kegelrad *f* verbundene Mutter vermöge des an der Welle *b* sitzenden Handrades *m* und des Kegelrades *g* eine Drehung erhält. Der Formkasten *c* wird durch 4 Stifte unverrückbar festgehalten (zentriert),

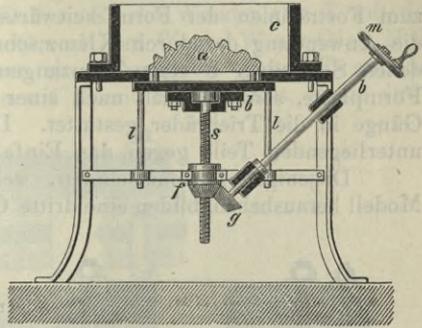


Fig. 160.

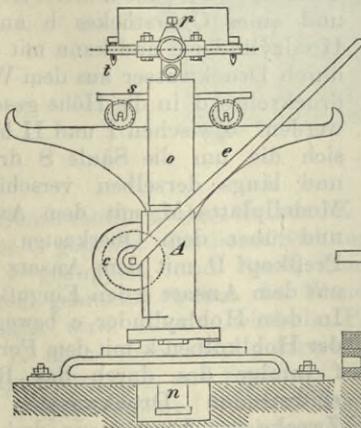


Fig. 161.

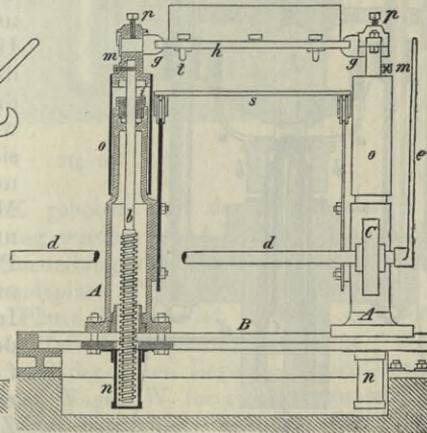


Fig. 162.

wodurch das Zusammenpassen mehrerer Formteile gesichert ist. — Als Muster einer Formmaschine zum Abheben der Form kann die in Fig. 161 und 162 dargestellte gelten. Die Modellplatte *h* hängt schwebend mittels zweier Zapfen *gg* zwischen den vertikalen Tragstangen *b b*, welche an Stopfbüchsen *i* geführt, in den zwei Säulen *A A* sich gemeinschaftlich auf- und niederschieben lassen und zwar mittelst zweier Zahnräder *c*, welche in die Schraubengänge der Stangen *b* eingreifen und ihre Drehung durch die gemeinschaftliche Welle *d d* von dem Handhebel *e* empfangen. Zum Einformen wird der Formkasten auf *h* durch die Stifte *t* mit Keilen zentriert, durch Klemmschrauben *p p* in wagerechter

Lage erhalten und mit Sand ausgestampft; darauf wird mittelst e die Platte h gehoben, nach Lösung der Schrauben pp, der Kasten mit der Platte um  $180^{\circ}$  gedreht, wieder gesenkt und auf den Wagen s gesetzt. In dieser Lage löst man die Keile t und hebt nunmehr die Platte h nach oben aus dem Sande, während die Form auf dem Wagen s liegen bleibt, der auf zwei Konsolschienen zum Fortnehmen der Form seitwärts gefahren wird. Bemerkt sei noch, daß die Anwendung der durch Klemmschrauben mm mit den Tragköpfen verbundenen Schrauben b statt Zahnzangen nicht nur eine genaue Einstellung der Formplatte, sondern auch nach einer etwaigen Abnutzung das Vorrücken neuer Gänge in die Triebräder gestattet. Die Büchsen o, n und C schützen die darunterliegenden Teile gegen das Einfallen von Sand.

Diejenigen Formmaschinen, welche sowohl den Sand anpressen, als das Modell herausheben, bilden eine dritte Gruppe. Aus Fig. 163 geht die Einrichtung

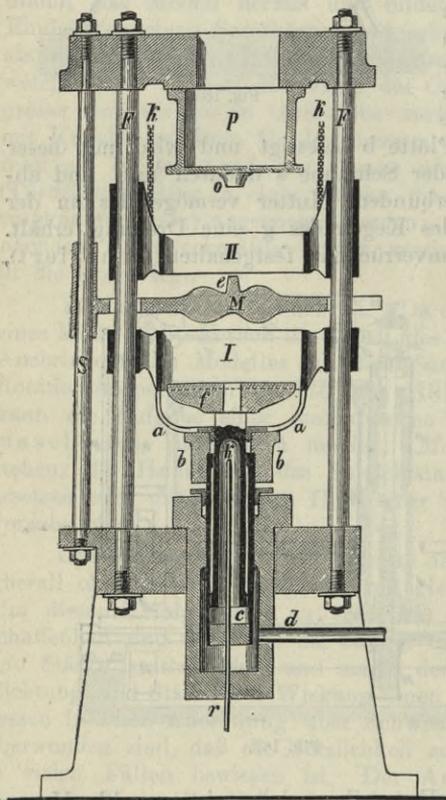


Fig. 163.

einer Formmaschine dieser Art von Oppenheim hervor, welche mit Druckwasser betrieben wird, gleichzeitig in zwei Kastenteilen einzufüllen und die Verwendung von Abschlagformkästen gestattet. Die Formkästen I und II, wovon der Oberkasten II durch Gewichte, die an den Ketten kk hängen, ausbalanciert wird, erhalten genaue Führung an den Säulen F, F. Der Unterkasten I ruht mittelst Arme a a und eines Querstückes b auf dem Hohlzylinder c und kann mit diesem durch Druckwasser aus dem Wasserdruckrohre d in die Höhe geschoben werden. Zwischen I und II befindet sich die um die Säule S drehbare und längs derselben verschiebbare Modellplatte M mit dem Ansatz e und über dem Oberkasten II ein Preßkopf P mit dem Ansatz o, der mit dem Ansatz e den Einguß formt. In dem Hohlzylinder c bewegt sich der Hohlkolben k mit dem Formbrett f infolge des durch das Rohr r eintretenden Druckwassers. Zum Zwecke des Einfüllens dreht man zunächst M zur Seite, füllt I lose mit Sand, schwenkt dann M in die gezeichnete Lage, zieht den Oberkasten II bis auf die Formplatte M abwärts und füllt ihn ebenfalls mit Sand.

Darauf läßt man durch d Druckwasser eintreten, um mittelst einer Hebung von c, b, a, I und f und unter Mitnahme von M und II den Sand zwischen dem Preßkopf P und dem Modell M zusammenzudrücken und durch e und o den Einguß zu bilden. Das sodann durch r eingeführte Druckwasser hebt k mit f und vollendet die Form. Durch Ablassen des Druckwassers bringt man c mit I zum Sinken, macht die Platte M frei, dreht sie hinaus, schließt II

und I zusammen und drückt nun durch Heben von f den ganzen Sandkörper als fertige Form heraus, die von einem Gießkasten aufgenommen zur Gußstelle geschafft wird.

In Fig. 164 ist eine sog. doppelwirkende hydraulische Formmaschine von Bopp und Reuther vor Augen geführt. Dieselbe besteht dem Wesen nach aus der hydraulischen Presse mit Kolben K, der Wendepatte T mit den beiden Modellhälften, der Gegenpreßplatte G und dem Wagen W mit Gleis H H. Zum Zwecke des Formens wird zunächst ein Formkasten F auf T und der zweite E auf den Wagen W gesetzt, darauf F mit Sand gefüllt, dann durch

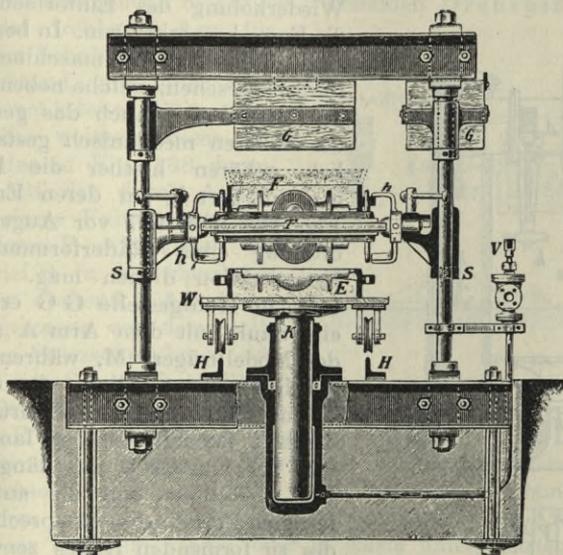


Fig. 164.

ein Steuerventil v der Kolben K gehoben und der Formkasten F gegen die Platte G gepreßt. In dieser Stellung werden F und E durch Hakenscheiben h, h mit T gekuppelt, und durch Umstellung des Ventils v der Kolben K zum Sinken gebracht, wobei die Wendepatte T durch die Stellinge SS zurückgehalten wird. Dann wird die Platte T gewendet, wodurch der leere Kasten E nach oben, der geformte Teil F nach unten gelangt. Nach wieder erfolgter Pressung und Senkung wird der unten liegende Kasten durch Drehung von h losgekuppelt, um auf dem Wagen W fortzufahren zu werden, worauf sich der Vorgang in gleicher Weise wiederholt, nachdem der Wagen wieder eingeschoben ist.

Das Ausdrehen der Modelle findet hauptsächlich beim Einformen einfacher, runder Gegenstände (Rollen, Scheiben, Knöpfe u. dgl.) mit Hilfe der in Fig. 165 skizzierten Vorrichtung Anwendung. Man formt über halben im Durchmesser zerschnittenen Modellen o, o, o, welche auf der Achse a a festsitzen und durch genau entsprechende Ausschnitte in dem Formtische b b abgegrenzt sind. Nachdem der Sand in dem zentrierten Formkasten eingestampft ist, dreht man mittelst einer Kurbel die Achse a a um  $180^{\circ}$  und damit die Modelle aus der Form, welche

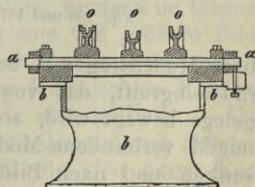


Fig. 165.

zugleich infolge dieses Ausdrehens geglättet wird. — Verwandt mit diesem Verfahren ist die Benutzung profilierter Walzen als Modelle, welche in zwangsläufiger Richtung über den Sand hinweggerollt werden, namentlich für Gegenstände, welche bei großer Längenausdehnung gleichbleibende Querschnitte besitzen (Röhren, Säulen, Träger). —

Eine weitere Gruppe von Formmaschinen ist diejenige, welche bei Erzeugung von Gußstücken, an denen sich gleiche Teile oft und gleichmäßig wiederholen, z. B. an Zahnrädern die Zähne nach der Teilung, nur den einen Formteil benutzen und durch entsprechende Wiederholung des Einformens dieses Teiles die Form hervorbringen. In bestimmten Fällen sind diese Drehformmaschinen mit Einrichtungen versehen, welche neben dem Ausheben des Modellteiles auch das genaue Vorrücken des letzteren mechanisch gestatten. Namentlich gehören hierher die Räderformmaschinen<sup>1)</sup>, zu deren Erklärung die in Fig. 166 und 167 vor Augen geführte Anordnung einer Räderformmaschine neuerer Konstruktion dienen mag. Auf dem gußeisernen Hohlgestelle GG erhebt sich bei S eine Säule mit dem Arm A zur Anbringung des Modellträgers M, während sich bei FF ein Rahmen anschließt, der dem Formtische T zur Stützung und Führung dient. Der Tisch T ist mittelst der langen Schraube s von der Kurbel k aus längs des Rahmens FF verstellbar, um die auf demselben befestigten Formkasten entsprechend dem Radius des zu formenden Rades zentrieren, d. h. zu dem Modell einstellen zu können. Außerdem läßt sich der Tisch T von der Kurbel l drehen, indem die Drehung dieser Kurbel vermittelt der Stange i, des Zahnradvorgeleges r und der Schnecke e auf das Schneckenrad z übertragen wird, das auf dem vertikalen Drehzapfen des Tisches T sitzt. Das Maß der Drehung, welches einer oder einer mehrfachen Zahnteilung gleich sein muß je nach der Zahl der Zähne am Modelle, wird an einer Teilscheibe erkannt, auf der die Kurbel l sich dreht. Der in

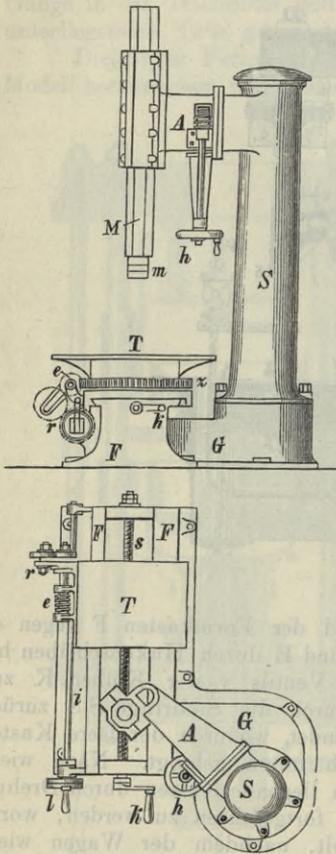


Fig. 166 und 167.

einer langen Führung f vertikal verschiebbare Modellträger M besitzt an einer Seite eine Zahnstange, in welche ein Zahnrad eingreift, das von dem Handrade h mittelst Schnecke und Stirnradvorgelege bewegt wird, so daß man durch Drehung des Handrades h, das bei m mit M verbundene Modell aus zwei oder drei Zähnen genau in den Formkasten senken und nach Bildung des Formteils durch Einstampfen des Sandes sicher

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1879, S. 99. — Dingers Journ. 225, 330; 246, 169; 255, 321; 259, 454. — Prakt. Masch.-Konstr. 1878, S. 334; 1880, S. 11. — Uhlund, T. R. 1902, S. 73.

ausheben kann, um durch wiederholte Ausführung dieser Teilformerei eine äußerst genaue Form sowohl für Stirn- als Kegelhäbner zu erhalten.

e) Eine besondere Vereinfachung des Formereibetriebes gewährt die ausgedehnte Verwendung der Schablone nach dem S. 110 erläuterten Prinzip, welches, nachdem es in der Lehmformerei von jeher die Grundlage bildete, jetzt immer mehr zum Formen in Sand in Gebrauch kommt, einmal, weil dadurch der Ersatz ganzer Modelle durch eine einfache Schablone die Zahl der Modelle außerordentlich einschränkt und auch deshalb, weil die Vorrichtung für diese Schablonenformerei<sup>1)</sup> sehr einfach ist, da sie sich in der Regel zusammen-

setzt aus einer vorübergehend befestigten, vertikalen Drehspindel und einem um diese Spindel drehbaren Arm für die Aufnahme der Schablone aus einem Brett mit Blechrand, mit einer Einstellung für verschiedene Höhen und Durchmesser. Zur weitgehendsten Benutzung dient das in Fig. 168 dargestellte Gerät. Auf der durch Ankerschrauben mit einem Fundamente fest verbundenen Platte P erhebt sich die runde Drehspindel S, in dem Spurlager sich nur schwer drehend. An dieser Spindel hängt getragen von dem Stellring S und der Stützschraube e, der Arm R drehbar um S und feststellbar

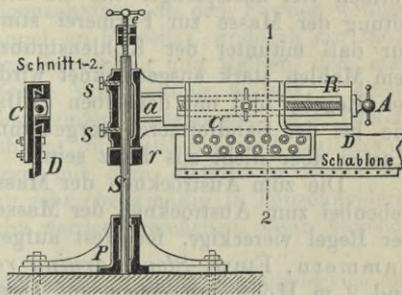


Fig. 168.

durch die Druckschrauben s s. Während die Schraube e und der Ring r die Höhenlage von R genau festlegen, dient die Schraube a mit Drehschlüssel A zur radialen Einstellung des längs R verschiebbaren Schablonensupportes C mit dem die auswechselbare Schablone D durch Schrauben verbunden wird. Die Bildung der Form erfolgt einfach durch Herumführen des Armes R um die Spindel S in dem auf dem Herde oder in einem untergesetzten Kasten eingedämmten Sandkörper, aus dem nach Herstellung der Form die Spindel S mit Arm und Schablone herausgehoben wird. Zunächst bestimmt zum Formen von Scheiben-, Schwung-, Seil-, Riemen-, Turbinen- usw. Rädern, kann diese Formmaschine durch Anbringung einer Teilscheibe zur Hervorbringung von Teilungen für Turbinenschaufeln, Radarme etc. vervollständigt, in anderen Fällen, z. B. zum Formen von Zylindern, Walzen u. dgl., vereinfacht werden.

## 2. Masseformerei.

Mit dem Namen Masse bezeichnet man nach S. 92 eine Mischung von Sand mit so viel Ton, daß dieselbe, in feuchtem Zustande geformt, scharf ausgetrocknet werden kann, ohne nicht allein nicht zu zerfallen, sondern im Gegenteil widerstandsfähiger zu werden. Der fette Sand hat eine viel größere Bildsamkeit als der magere Sand und wird aus diesem Grunde häufig, namentlich in der Messing- und Bronze gießerei, vorgezogen, zumal bei langwierigen Formen, weil ein Austrocknen keine Gefahr der Formverletzung in sich schließt. — Die einzelnen Sandteilchen der Masse dürfen kleiner sein als die des mageren Sandes, weil die Porosität durch diejenigen Poren erzeugt wird, die sich durch Ent-

1) Gofferjé, Schablonen-Sandformerei. Leipzig 1879. — Novotny, Schablonenformerei in Lehm und Sand. Wien 1887. — Prakt. Masch.-Konstr. 1878, S. 334; 1880, S. 11. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1887, S. 828. — Stahl u. Eisen 1904, S. 459, 1022.

fernung des Wassers bilden, weshalb die Masse feinere und zartere Eindrücke annimmt und behält, was besonders bei dem Kunstguß in Bronze, Zink, Britanniametall etc. von Wichtigkeit ist. — Vorzüglich durchlässig wird der fette Sand durch einen Zusatz von 5 Prozent Teer oder Fichtenharz<sup>1)</sup>. — Da die Masse beim Eingießen des Metalles vollständig ausgetrocknet und gewöhnlich sogar durch das Trocknen in künstlicher Wärme vorgewärmt ist, so leitet sie die Wärme viel weniger ab als der grüne Sand, infolgedessen der Guß (namentlich Eisenguß) nicht abgeschreckt wird, sondern weich bleibt. — Der fette Sand fordert dahingegen einen viel größeren Aufwand an Arbeit und Zeit, auch Vorrichtungen und Brennmaterial zum Trocknen, weshalb die daraus gefertigten Formen viel kostspieliger als die aus magerem Sande werden. — Die Vorbereitung der Masse zur Formerei stimmt mit der des mageren Sandes überein, nur daß mitunter der Kohlenstaubzusatz ganz wegbleibt, und der Sand vor dem Mahlen stark ausgetrocknet wird. — Das Formen in Masse wird ganz nach den Regeln und mit denselben Hilfsmitteln (Modell, Kerndrucker, Schablone) wie bei der Sandformerei vorgenommen. — Des Trocknens wegen dürfen die Kasten aber nicht aus Holz sein.

Die zum Austrocknen der Masseformen dienenden Einrichtungen<sup>2)</sup>, welche nebenbei zum Austrocknen der Masse- und Lehmkerne benutzt werden, sind in der Regel viereckige, feuerfest aufgemauerte Räume (Trockenstuben, Darrkammern, *Étuve*, *Stove*, *drying room*) von 4—10 m Länge, 2—3 m Breite und 2 m Höhe, mit einem auf Eisenschienen ruhenden Gewölbe gedeckt und mit einer schmalen Seite der Formerwerkstatt zugekehrt sind, um hier durch eine eiserne Türe zugänglich gemacht zu werden. Im Innern dieser Kammer sind zweckmäßig verteilte Gerüste, Ständer usw. zur Aufnahme der Kerne und Formkasten angebracht und auf dem Boden, der im Niveau der Hüttensohle liegt, befinden sich gewöhnlich Schienen, auf denen die großen Formkasten mittelst niedriger Wagen angefahren werden. Die Formkasten werden des schnelleren Trocknens wegen auseinander genommen und durch Zwischenlagen voneinander gehalten. — Das Heizen der Trockenkammer muß so geschehen, daß die Wärme sich gleichförmig verbreitet und möglichst ausgenutzt wird. Gewöhnlich liegt die Feuerung der Eingangstüre gegenüber und zwar vor oder in der Kammer, aber so, daß man das (Koks-) Feuer schüren kann. Die heißen Verbrennungsgase durchziehen dann den ganzen Raum und treten durch in der Mauer liegende Kanäle in die Esse, wobei sie das verdampfte Wasser mitziehen. Mitunter besteht auch die Kammersohle aus gußeisernen Platten, die von unten geheizt werden, indem die Verbrennungsflamme in Kanälen darunter herzieht; auch verwendet man bisweilen abziehende Wärme von Hoch- oder Schmelzöfen, ja selbst heiße Luft, die hineingetrieben wird, als Trockenmittel. — Um die Form nicht transportieren zu brauchen, benutzt man zum Austrocknen auch Pfannen und Körbe, die mit brennendem Koks gefüllt in die Formen gehängt werden. Sehr zweckmäßig zum Austrocknen sind geschlossene eiserne Gefäße, welche man mit Koks gefüllt, so auf die Form stellt, daß der zum Brennen des Koks durch dieses Gefäß getriebene Gebläsewind unmittelbar durch den Einguß in die Form gelangt und diese durch die Windpfeifen wieder verläßt<sup>3)</sup>. — Große Gußstücke (Kanonen, Gebläsezylinder, Röhren etc.) werden gewöhnlich in einer Vertiefung des Herdes geformt und diese Vertiefung (Dammgrube, Fosse, *Pit*) dann zum Austrocknen eingerichtet, wie später (S. 123) angegeben

<sup>1)</sup> Dinglers Journ. 283, 200. — <sup>2)</sup> Prakt. Masch.-Konstr. 1883, S. 126. — Dinglers Journ. 196, 502. — Stahl u. Eisen 1904, S. 585. — <sup>3)</sup> Polyt. Zentr. 1870, S. 673. — Dinglers Journ. 259, 302.

werden wird. In kleinen Gießereien, z. B. Gelbgießereien, wird sehr zweckmäßig der Trockenraum über dem Schmelzofen angebracht, so daß die hier abziehende Hitze (Fig. 89 S. 88) das Austrocknen bewirkt.

### 3. Lehmformerei.

Der Lehm hat wegen seiner großen Bildsamkeit, Feinheit und der Eigenschaft, nach dem Brennen sehr hart zu werden, in besonders hohem Grade das Vermögen, feine Eindrücke anzunehmen und zu behalten. Die Festigkeit, welche der mäßig angenäßte und nachher gebrannte Lehm besitzt, macht es unnötig, festgeschlossene Umhüllungen (Formkasten) anzuwenden. — Der hohe Tongehalt erteilt dem Lehm jedoch andererseits Eigenschaften, die dem Former weniger erwünscht sind. Namentlich ist es der Mangel an Porosität, wodurch ein langsames Austrocknen gefordert wird, sowie das Schwinden und Reißen, dem man durch eine Vorbereitung abhelfen muß. Diese Vorbereitung besteht in einem Trocknen, Mahlen und Vermischen mit lockernden Substanzen. Als letztere verwendet man Pferdemist für groben, Kuhmist für mittleren und Kalbshaare für feinen Guß, und Sand für den inneren mit dem Metalle in Berührung kommenden Teil. — Diese Zubereitung kann sehr zweckmäßig in Tonschneidern, wie sie in der Tonwarenfabrikation gebraucht werden, geschehen, wenn zugleich das Anfeuchten mit vorgenommen wird.

Die Formerei in Lehm beschränkt sich infolge ihrer Kostspieligkeit auf solche Gegenstände, die entweder ihrer Größe oder ihrer Gestalt wegen sich in Sand nicht gut formen lassen, oder bei denen die Anfertigung eines Modelles nicht lohnend ist, oder wenn das letztere wegen der Größe oder Schwere sich schlecht hantieren läßt. Große Zylinder zu Dampf- und Gebläsemaschinen, Pumpen und Feuerspritzen, große Glocken, Kessel, Statuen, die man des geringen Gewichtes wegen oder um Metall zu sparen, hohl gießt, sind solche Gegenstände. Massive Gegenstände werden fast ganz ausgeschlossen.

Der Grundgedanke der Lehmformerei liegt in der Bildung eines Modelles aus Lehm selbst, Einformen desselben in gleichem Material und Herausbringen aus der Form, so daß die fertige Form aus drei Lehmteilen besteht: der äußeren Schicht (Mantel, Chape, *Case*, *Cope*), welche im Inneren gleich ist der äußeren Gestalt des Gußstückes, der mittleren Schicht (Modell, Hemd, Dicke, *Modèle*, *Thickness*), welche im Äußeren die äußere, im Inneren die innere Gestalt des Gußstückes besitzt und endlich dem dritten Teile (Kern, Noyau, *Core*, *Newel*), dessen Oberfläche der inneren Gestalt des Gußstückes entspricht. Die Arbeit beginnt fast immer mit der Bildung des Kernes. Sind die Kerne klein, so stimmt ihre Anfertigung ganz mit derjenigen aus fettem Sande überein, nur daß die Kerndrücker sehr selten, Schablonen aber soviel als tunlich Anwendung finden. Die großen Kerne werden stets hohl angelegt, teils um ein schnelleres und sicheres Trocknen zu ermöglichen, teils um an Lehm zu sparen. Man mauert dann auf einer Gußeisenplatte G (Fig. 169 f. S.) aus Ziegeln oder Lehmsteinen mit Lehm als Mörtel den Kern K auf, der annähernd die Gestalt des Gußstückes hat, aber kleiner ist, oder man nimmt ein Rohr, eine umgestürzte Glocke und dergl. und trägt auf diese Unterlagen eine 10—15 mm dicke Lehmschicht auf, läßt diese gehörig austrocknen, trägt eine zweite Schicht auf und wiederholt das so oft, bis die Größe des zu bildenden Kernes etwas überschritten ist. Sodann wird die Ausbildung der Oberfläche vorgenommen teils aus freier Hand mit Hilfe von Modellierwerkzeugen, teils mit Modellstücken, teils mit Schablonen. Mit letzteren werden alle Rotationskörper ausgebildet, indem man sie damit abdreht. Zu dem Zwecke steckt auf der Drehspindel A,

Fig. 169, drehbar die Schablone B, ausgeschnitten nach dem Kernprofil, welche so lange um den Lehmkörper herumgeführt wird, bis dieser die gehörige Gestalt erhalten hat. Die Spindel A steht in einer Hülse H, welche auf der Grundplatte durch Schrauben befestigt ist. Ein Arm C trägt die Schablone B, welche also mit der vorderen Kante beim Herumführen so viel Lehm wegstreift, als ihrer Entfernung von der Drehachse entspricht und beliebig auf C verstellt und für größere und kleinere Zylinder und andere Profile (Glocken, Topf etc.) ausgewechselt werden kann.

Nachdem der Kern aufgebaut, abgedreht und getrocknet ist, schreitet man zur Bildung des Hemdes. Zunächst wird die Oberfläche des Kernes mit einem Überzug versehen, welcher das spätere Ablösen der nun folgenden Lehmschicht leicht vornehmen läßt. Dieser Überzug besteht aus einer Brühe von gesiebter Holz- oder Torfasche und Wasser (Äschern, Cendrer, *Ashover*) oder aus aufgestaubten feinem Sande oder Ziegelmehl oder Kohlenpulver (*Noircir*, *Blackwash*).

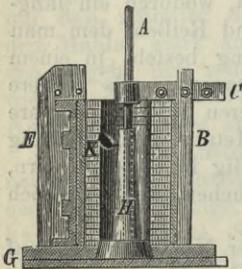


Fig. 169.

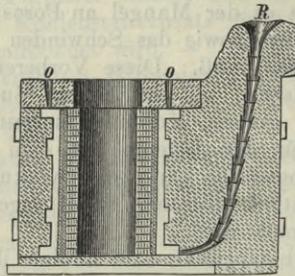


Fig. 170.

Auf die so vorbereitete Oberfläche wird eine Lehmschicht von solcher Dicke aufgetragen, daß sie nach Bearbeitung ihrer Oberfläche das Gußstück in Größe

und Form darstellt. — Ist das letztere ein Rotationskörper, so wechselt man auf der Drehachse des Kernes die Schablone aus (E) oder schiebt sie um die Dicke des Hemdes radial weiter ab und dreht die Oberfläche des Hemdes ab. Fig. 169 erklärt diese Arbeit für einen Zylinder mit Reifen und Rand. — Das Hemd wird nun ebenfalls mit Aschewasser bepinselt oder mit Sand bestaubt und alsdann über denselben die dritte Schicht, der Mantel, hergestellt, indem man das Hemd allmählich 30—50 mm stark mit Lehm überzieht. Nachdem endlich auch der Mantel fertig und ausgetrocknet ist, muß das Hemd aus der Form gebracht, also zuerst der Mantel abgehoben werden, was bei einigen Gestalten, z. B. Glocken, durch Abheben in die Höhe geschehen kann ohne Zerteilung des Mantels, bei anderen Gestalten aber einen Schnitt mit scharfem Messer bis auf das Hemd und ein seitliches Abnehmen nötig macht. Das Hemd wird darauf ebenfalls zerschnitten und stückweise von dem Kerne heruntergenommen und endlich der Mantel wieder darüber- oder zusammengeschoben. Gewöhnlich bedarf der Mantel einer Unterstützung (*Armatür*, *Armature*) um das Zerreißen oder Abheben desselben während des Gusses zu vermeiden, durch herumgelegte eiserne Bänder, die sowohl von unten nach oben als rund herumlaufen und an denen sich Haken zum Aufziehen vermittelt einer Winde oder eines Krans befinden, wenn der Mantel in die Höhe gewunden werden soll: oder man umgibt denselben mit einem Mauerwerke, das wie das Kernmauerwerk hergestellt wird. — Fig. 170 stellt die Form für einen gereiften Zylinder dar, die, nachdem das Ganze gehörig in der Darrkammer gebrannt (bei etwa 250° getrocknet) und mit Eingüssen, Windpfeifen versehen wurde, zum Guß fertig ist.

Von dieser allgemeinen Methode, in Lehm zu formen, wird in vielen Fällen abgewichen, weil manche Gestalten eine Vereinfachung gestatten, andere dahingegen ein komplizierteres Verfahren beanspruchen. Sind z. B. die Gußstücke so groß, daß man den Mantel von innen her darstellen kann und ist der Kern so beschaffen, daß er sich in den Mantel einsenken läßt (z. B. bei

einem glatten Zylinder), so wird der Kern ebenfalls für sich geformt und in den Mantel gesetzt: also die Anfertigung des Hemdes ganz umgangen. — Wenn dahingegen die äußere Gestalt des Gußstückes feinere oder dünne, weit vorstehende Erhöhungen oder Vertiefungen hat (Inschriften, bildliche Darstellungen, die Kronen an Glocken, Laubwerk, Teile an Statuen, Ornamenten, Kanäle in Dampfzylindern, Henkel an Töpfen), so wird die Darstellung der Gußform weitläufiger, indem entweder Kernstücke für die Vertiefungen oder besondere Vertiefungen im Mantel für die Erhabenheiten im Gußstücke anzubringen sind. Was die Anwendung der Kernstücke anbetrifft, so geschieht diese nach den Grundsätzen der Sandformerei (S. 107). Zur Bildung von Vertiefungen im Mantel kann man verschiedene Wege einschlagen. Zu Aufsparungen, die sich durch besondere Modellteile machen lassen (Henkel etc.) wählt man den S. 111 angegebenen Weg; hierzu gehört auch die Methode, Metallbuchstaben, Laubwerk etc. in die innere Fläche des Mantels mit erhabene Modellen einzudrücken. Der zweite Weg ist der der Benutzung leicht schmelzbarer Materialien, aus welchen man die in Rede stehenden Erhabenheiten anfertigt und an den betreffenden Stellen auf dem Kern befestigt somit in den Mantel einformt. Beim Brennen schmelzen sie dann aus und hinterlassen entsprechende Höhlungen, die sich mit Metall ausfüllen. Als solches Material gebraucht man am häufigsten Wachs (das durch einen Terpentinzusatz etwas geschmeidiger gemacht ist), seltener eine leichtflüssige Legierung. Das Wachs wird zu dem Behufe in hölzernen oder gipsernen Hohlmodellen gegossen und mit Terpentin aufgeklebt. Sind die aus Wachs zu formenden Teile groß, so kann man dadurch an Wachs sparen, daß man nach dem Erstarren des Wachses an der Formwand den Rest wieder ausgießt (Stürzen). Auch kann es mitunter vorteilhaft sein, das ganze Hemd aus Wachs zu machen. Dann wird das Gußstück vollständig fertig in Gips über ein Skelett von Eisen modelliert, und über diesem eine oft aus vielen Teilen bestehende Form angefertigt. Die Formteile werden darauf inwendig so dick mit Wachs überzogen, als das Gußstück Wandstärke haben soll und dann zur Form über einem Gerüste zusammengesetzt. Der vorhandene Hohlraum wird jetzt zur Bildung des Kernes mit einem in Wasser verteilten Gemenge von gleichen Teilen Gips und Ziegelmehl (Kernschlichte) ausgegossen. Dieser Gipskern hält durch in die Wachsstücke eingesteckte Hähchen nach dem Erhärten das ganze Wachsmodell so fest, daß sich die äußere Gipsform entfernen und nun statt dieser der Mantel aus Lehm sich darüber gehörig auftragen läßt. Nach dem Ausschmelzen hinterläßt das Wachs die Hohlform für das Gußstück<sup>1)</sup>.

Statt der letzteren Methode, die sowohl durch den Wachsverbrauch als ihre Langwierigkeit sehr verteuert wird und noch das Übel hat, daß die beim Trocknen etc. erwärmten Gerüste im Inneren die Kernschlichte leicht zersprengen, kann man noch folgende wählen, die, sorgfältig ausgeführt, ganz gute Resultate liefert. Der Kern wird auf gewöhnliche Weise aus Lehm mit Mauerwerk etc. im Inneren aufgebaut und gehörig mit Aschewasser bepinselt. Das aus Gips modellierte Gußstück formt man nun in magerem Lehm stückweise ab, brennt diese Formstücke, bekleidet sie inwendig mit Lehm zur Bildung des Hemdes und legt sie so um den Kern zur ganzen Form zusammen; hierauf läßt man trocknen, nimmt die äußere Form ab, das Hemd stückweise heraus, setzt dann die erstere wieder um den Kern herum und vereinigt die Stücke durch Verstreichen der Fugen mit Lehm. — Auch aus Leim gelingt die Bildung von Formen<sup>2)</sup>.

1) Dinglers Journ. 252, 133. — 2) Dinglers Journ. 244, 185.

Bei allen Lehmformen ist es von Wichtigkeit, für den gehörigen Abzug der Luft durch Windpfeifen zu sorgen, wenn die Porosität des Lehms nicht ausreicht, die Luft sämtlich entweichen zu lassen. Am zweckmäßigsten benutzt man zu diesen Zwecke Röhren aus gebranntem Ton, die man an geeigneten Stellen mit einformt, oder auch Stengel oder Röhren aus Wachs, die später wegschmelzen.

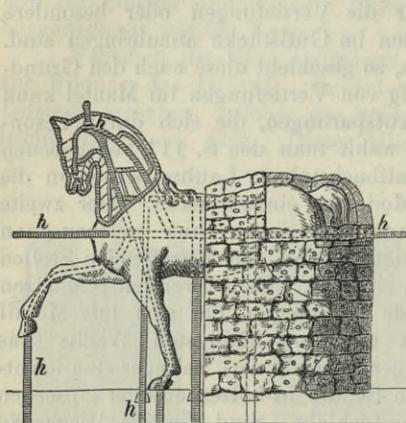


Fig. 171.

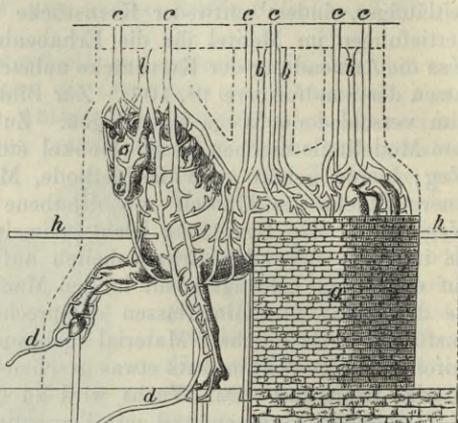


Fig. 172.

In Fig. 171 und 172 ist die Bildung einer Form eines Pferdes als Beispiel eines Kunstgußstückes dargestellt. Fig. 171 zeigt das Hemd (Wachs) mit der Gipsform zum Teil noch bedeckt. Bei h erkennt man die Skelette. In Fig. 172 sieht man bei bb die Eingubröhren und bei cc die Windpfeifen mit den Verzweigungen nach dem Guß und zum Teil von dem Mauerwerke g noch umgeben, d sind Kanäle zum Auslaufen des Wachses.

#### 4. Dammgruben.

Haben die Gußformen bedeutende Dimensionen, so ist ihr Transport nach der Darrkammer oft nicht tunlich oder nicht ratsam wegen der nicht ausreichenden Größe der Darrkammer, der Schwere der Form und der Gefahr, die leicht für einzelne Kernteile durch die Bewegung entsteht. Ferner ist oft, da doch der Einguß höher liegen muß als der höchste Punkt der Form, das einzuzießende Metall so hoch zu heben, daß daraus große Unbequemlichkeit hervorgeht, und endlich ist dem Mantel, wegen des bedeutenden hydrostatischen Druckes und der Expansion des flüssigen Metalles, eine sehr schwere Armatur zu geben. Diesen Übelständen hilft man dadurch ab, daß man die Form in einer Vertiefung der Hüttensohle aufbaut. Man kann dadurch den Einguß in ein passendes bequemes Niveau bringen, die Widerstandsfähigkeit der Form durch Umstampfen von Sand bedeutend erhöhen und in diesen Vertiefungen zugleich durch Anbringen von Feuer ein Brennen der Form vornehmen. Solche Vertiefungen sind daher in Gießhütten von großer Wichtigkeit. Sie werden Dammgruben oder Gießgruben (*Fosse, Foundry pit*) und das Fertigmachen der Formen in denselben das Eindämmen genannt.

Man unterscheidet zwei Arten von Dammgruben: trockene oder offene und feuchte oder gewöhnliche. Die letzteren werden zu jedesmaligem Gebrauch in dem Sande der Hüttensohle in solcher Tiefe und Weite ausgegraben als die einzudämmende Form erheischt und nach dem Gebrauch wieder mit demselben

Sand verschüttet; sie bedürfen keiner weiteren Beschreibung. Die trockenen Dammgruben dahingegen sind offene, fest aufgebaute und gegen Grundwasser geschützte Vertiefungen von solchen Dimensionen, daß die größten vorkommenden Gußstücke darin geformt oder (für Kastenguß) die größten Formkasten hineingesetzt werden können. Die Gestalt der offenen Dammgruben ist ebenfalls abhängig von der Art der Gußware. — Erfahrungsmäßig sind die langen Gegenstände gewöhnlich von geringen Querdimensionen, Röhren, Kanonen, Bildsäulen: sie verlangen demnach besonders tiefe Gruben. Die Gegenstände von größeren Querdimensionen sind selten sehr hoch (Zylinder, Glocken, Kessel etc.): für sie genügen weite, seichte Gruben. Kommen beide Arten von Gußstücken vor, so ist es geraten, die Dammgruben in Absätzen anzulegen, wie Fig. 173 zeigt, so daß nämlich in der Mitte eine tiefe Versenkung a ist. Ein Ausbauen der Grubenwände ist notwendig, um das Abfallen des Sandes zu verhüten, weil sonst während der Arbeit nicht nur die Form, sondern auch die Arbeiter in Gefahr kommen. Entweder wird dabei die Grube, Fig. 173, brunnenförmig nach einem Kreise oder besser rundem Viereck aus Steinen oder Spundwänden aufgebaut, der Boden a und der Absatz b mit Platten belegt und das Ganze mit Ton oder Lehm hinterstampft oder mit einer wasserdichten Umhüllung aus Eisen oder Zement versehen. — Das Austrocknen in der Dammgrube geschieht mit Hilfe eines Koksfeuers, das man in Gitteröfen in die Form stellt, oder auch durch Eintreiben warmer Luft. — Mitunter führt ein schräg abwärts laufender gewölbter Gang zu den Dammgruben, was den Transport der Materialien nach und aus denselben erleichtert.

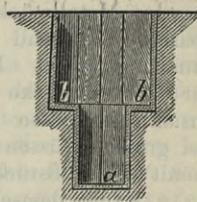


Fig. 173.

## B. Bleibende Formen<sup>1)</sup>.

Die bleibenden Formen fordern ein Material, das eine große Anzahl von Güssen ohne Verletzung durch die Hitze und ohne erhebliche Abnutzung auszuhalten vermag. Es eignet sich demnach besonders Metall (namentlich Eisen, Kupfer, Messing, Bronze) und Stein (Sandstein, Serpentin, Schiefer), weniger Gips, Zement etc. zur Anfertigung derselben. — Die Metallform entzieht als guter Wärmeleiter dem eingegossenen Metalle sehr schnell die Wärme, was unter Umständen (bei Gußeisen) eine solche Veränderung im Gefüge des Gußstückes (große Härte) herbeiführt, daß man nur ausnahmsweise in der Eisengießerei zum Schalen- oder Koquillenguß Gebrauch davon machen kann, was in anderen Fällen aber, bei leichtflüssigen Metallen, unschädlich ist, weshalb zum Gießen von Zinn, Blei und deren Legierungen sehr oft Metallformen verwendet werden, um so mehr, als es sich hier in der Regel um die Herstellung einer großen Zahl gleicher Gegenstände (Löffel, Teller, Becher, Buchdrucker-Lettern, Flintenkugeln etc.) handelt. — Für gewöhnlich beschränkt man sich bei den bleibenden Formen auf den Guß der einfachsten Gestalten (Stangen, Platten), die als Rohmaterial angesehen werden, z. B. Barren (Gold und Silber) zum Drahtziehen, Blechwalzen u. dgl., also solcher Gußstücke, welche flache und runde genannt wurden, so daß man mit einer zweiseitigen (sehr oft einteiligen) Form ausreicht; nur in der Zinngießerei macht man von vielteiligen Formen Anwendung.

Die einfachsten Metallformen sind die Eingüsse (Ingüsse, Lingotière, *Ingot-mould*) zum Gießen von Stäben und Platten. Die Stabeingüsse bestehen entweder aus einem  Eisenstabe, der auf der Oberfläche eine an beiden Enden

1) Polyt. Zentr. 1870, S. 44 u. S. 172. — Dinglers Journ. 243, 262; 259, 302.

verschlossene Rinne hat (offener Einguß) oder aus einem Rohre von Eisen, welches verschiedene Querschnitte (rund, quadratisch, rechteckig, vieleckig), an einem Ende eine trichterförmige Erweiterung, der ganzen Länge nach eine geringe Verjüngung und an der engsten Stelle einen Verschuß durch einen Eisenstößel hat (Rohreinguß). — Die Platteneingüsse (Tuile) werden aus zwei Eisenplatten gebildet, zwischen denen drei Stäbchen oder ein U-förmig gebogenes Metallstück von der Dicke der zu gießenden Platte den Raum ausspannen. Während des Eingießens werden diese Platten durch Schrauben zusammengehalten. Die Rohreingüsse sind häufig mehrteilig und sehr groß, z. B. für die Stahlblöcke und wie die Platteneingüsse durch Schrauben, Keile oder Ringe zusammengehalten (Ingots und Werkzeugstahl werden so gegossen), dann oft bei großen Güssen so eingerichtet, daß sie dem Drucke des Metalles nachgeben, damit die Gußstücke bequem herausgehen.

Nach demselben Prinzip sind die bekannten Kugelzangen (Kugelformen, Kugelmodeln, Moule à balles, *Bullet mould*) für Gewehrkuugeln, Rehposten etc. konstruiert, nur daß die zwei Formhälften um eine Scharnier drehbar und zum Zusammendrücken mit Griffen versehen sind. — Müssen zweiteilige nicht scharnierartig verbundene Gußformen genau zusammenpassen, so versieht man sie mit ineinandergreifenden Erhöhungen und Vertiefungen (Schloß) oder mit übergreifenden Rändern. Jeder Formteil hat der leichten Handhabung wegen einen bequemen Handgriff; und zusammengehalten werden sie während des Gusses in einem Schraubstock, zwischen den Knien, durch Ringe u. dgl. Eine nach außen sich erweiternde Öffnung (*Tedge*) dient als Einguß.

Gehören die Gußstücke in die Klasse der runden hohlen Gegenstände, so sind auch die Formen aus so vielen Teilen zusammzusetzen, daß sie sich leicht ab- und ausheben lassen. Der die Höhlung aussparende Teil heißt auch hier der Kern, der äußere Teil Hobel (*Cottle*). Beide bestehen unter Umständen aus vielen Stücken, die durch übergreifende Ränder, Schrauben, Ringe u. dergl. so zusammengehalten werden, daß damit zugleich die gegenseitige Lage und Stellung während des Gusses gesichert ist. Ein Beispiel hierzu liefert der Guß eines schalenförmigen Gefäßes aus Zinn oder Britanniametall, Fig. 174. Die Form besteht aus der Fußplatte a, auf welcher in der Mitte eine Erhöhung für die Höhlung im Fuß und eine Kreisnut zum Einpassen der beiden Teile bb (Hobel) befindet, sodann aus diesen beiden Teilen und dem Deckel (Kern) c, der den Hobel oben auch durch eine Nut zusammenhält und der Leichtigkeit halber ebenfalls schalenförmig ist.

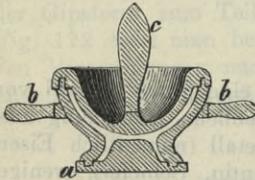


Fig. 174.

Fig. 174. Die Form besteht aus der Fußplatte a, auf welcher in der Mitte eine Erhöhung für die Höhlung im Fuß und eine Kreisnut zum Einpassen der beiden Teile bb (Hobel) befindet, sodann aus diesen beiden Teilen und dem Deckel (Kern) c, der den Hobel oben auch durch eine Nut zusammenhält und der Leichtigkeit halber ebenfalls schalenförmig ist.

### III. Eingießen.

Das Eingießen des Metalles in die Formen (Gießen) bezweckt eine vollständige Ausfüllung aller Formteile und einen vollkommenen Zusammenhang an allen Stellen des Gußstückes, wenn dieses als gelungen angesehen werden soll. Die gehörige Ausfüllung der Form kann, die nötige Metallmenge vorausgesetzt, nur stattfinden erstens, wenn das einzuzießende Metall den genügenden Flüssigkeitsgrad besitzt, zweitens, wenn die Eingußstelle mindestens in der Höhe des höchsten Punktes der Formhöhle liegt, drittens wenn die Luft schnell genug aus der Form entweicht. Unterstützt wird sowohl das Eindringen in die feinsten Teile, als das Austreten der Luft durch Anwendung einer Kraft, welche zu dem Gewichte der Metallsäule hinzutritt. Der Druck der Metallsäule auf den Boden der Form ist für die Flächeneinheit

$$p = h\gamma$$

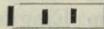
wenn  $h$  die Höhe der Form und  $\gamma$  die Dichtigkeit des Metalles ist. Er nimmt also mit der Höhe  $h$  ab und zu und ist dann im oberen Teile der Form, also an der Eingußstelle = Null, wenn diese sich in gleicher Höhe mit dem ersteren befindet. Liegt aber die Eingußstelle höher, z. B. um die Höhe  $h_1$ , so vermehrt sich der Druck auf den Boden der Form um eine Größe

$$p_1 = h_1 \lambda,$$

wenn von dem Zunehmen der Dichtigkeit abgesehen wird<sup>1)</sup>. Der Druck  $p_1$  ist zugleich die Pressung des Metalls im obersten Teile der Form gegen die Formwand und hängt demnach bei demselben Metalle ab von  $h_1$  der Höhe des Einguß-Kanals über der Form, so daß man imstande ist, durch die Länge dieses Kanals die erforderliche Pressung auch in den höchsten Partien der Form zu bestimmen. Auch wird hierdurch zugleich die Luft besser aus der Form und dem Gußstücke getrieben (löcheriger Guß vermieden und dichter Guß erzeugt<sup>2)</sup>), was in vielen Fällen sehr erwünscht ist, und außerdem dient dieser trichterförmige Gußkanal als ein Behälter, aus dem beim Zusammenziehen in der Form das Metall nachsinkt (Nachsinken) und die Form ausgefüllt erhält. Das in dem Eingusse vorhandene Metall (Anguß, Gießzapfen, Gießkopf, Verlorener Kopf, Toter Kopf, Jet, Masselotte, Saumon, Coulée, *Feeding head*, *Runner*, *Dead head*, *Sullage-piece*) ist oft aus eben angegebenerm Grunde sehr massig, mitunter das Gewicht des Gußstückes bedeutend übertreffend (Kanonen, große Zylinder, Walzen, Glocken). Bisweilen wird das Metall sogar gewaltsam mit Hilfe einer Presse und anderer Druckmittel in die Form getrieben, um dichten Guß zu erhalten. Dies ist z. B. der Fall beim Gießen der Buchdruckerschriften, wo durch eine kleine, in dem flüssigen Metall stehende Druckpumpe, Gießpumpe oder durch eine Art Fallwerk (Clichier-Maschine, *Machine à cliché*, *Dabbing machine*)<sup>3)</sup> das Schriftzeug in die kupferne oder eiserne Matrize (*Matrice*, *Matrice*) gespritzt wird und beim Gießen von Stahl, um den löcherigen Guß zu vermeiden<sup>4)</sup>. — Die Methode, die Luft auszusaugen, kann nur sehr beschränkte Anwendung finden und ist bei richtiger Anbringung von Windpfeifen auch ganz überflüssig. — Der Zentrifugalguß<sup>5)</sup>, wobei die Form in rotierende Bewegung gesetzt wird, erzeugt mittelst der radial nach außen wirkenden Pressung eine Kompression und infolgedessen eine größere Dichte und Härte in der äußersten Schicht des Gußstückes. Die Anwendung beschränkt sich auf einzelne Artikel, namentlich auf Gußstahl-Räder und Radbandagen, ohne auch hier die Regel zu sein.

Das in die Form fließende Metall bringt durch die große Hitze in den Sandformen nicht nur das vorhandene Wasser heftig zum Verdampfen, sondern auch die Kohle zum Vergasen und einen Teil des Wassers zur Zersetzung. Diese Gase und Dämpfe müssen ebenfalls aus der Form entfernt und gegen ihre explosionsartige Wirkung die Formen selbst geschützt werden. Das letztere geschieht durch festes Zusammenpressen entweder mit Schraubenpressen (wobei dann eine größere Anzahl von Formkasten zwischen eine Doppelschraube kommt) oder durch Beschweren mit Roheisenbarren, Gewichtstücken u. dgl. Die abziehenden brennbaren Gase, Wasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff werden bei großen Gußstücken durch auf die Öffnung der Windpfeifen gelegte, brennende Strohbündel etc. absichtlich entzündet.

1) Deutsch. Ind.-Zeit. 1868, S. 432. — 2) Polyt. Zentr. 1873, S. 1463. — Deutsche Industrie-Zeit. 1873, S. 493. — 3) Masch.-Konstrukteur 1871, S. 62. — 4) Ztschr. d. V. D. Ing. 1881, S. 730. — 5) Ztschr. d. V. d. Ing. 1900, S. 1290. — Dinglers Journ. 150, 11; 153, 461; 176, 14; 259, 300.

Die große Neigung der geschmolzenen unedlen Metalle, sich mit Sauerstoff zu verbinden, verursacht auch in der Form einen Überzug von Oxyd, der bei einer Unterbrechung des Stromes während des Eingießens die Vereinigung mit dem nachfließenden Metalle verhindert, wenn letzteres nicht so heiß (also flüssig) war, um diese Schicht zu durchbrechen. Auf solche Weise entsteht der Kaltguß, der um so gefährlicher ist, als man ihn gewöhnlich erst bei der späteren Bearbeitung des Gußstückes entdeckt. Man vermeidet ihn durch vorsichtiges, nicht unterbrochenes Eingießen und richtige Gießhitze. — Ist die Oxydation des Metalles stark, oder wird Oxyd oder Schlacke mit in die Form gerissen oder bei zu heftigem Eingießen Luft etc. verschluckt, so bilden sich unreine poröse Stellen (löcheriger, unganzer Guß). Beim Eingießen in die Form ist daher das Abstreifen der Schlacke von dem flüssigen Metalle eine Notwendigkeit, die nie außer Acht gelassen werden darf; es geschieht zweckmäßig mit einer Holzkrücke, da die reduzierende Eigenschaft der aus dem Holze sich entwickelnden Gase auch zugleich eine Oxydation mit verhindert. Besonders dienlich sind auch die Schlackenabschäumer oder Ausscheider<sup>1)</sup>, welche auf die Form gesetzt werden und aus einem gebrannten Schamottrahmen  mit Querwänden bestehen, unter welchen das Metall zur Form durchfließt. — Sowohl zur Vermeidung der Oxydation des Metalles, als des Anhaftens desselben an die Sand- oder Lehmformen werden diese unmittelbar vor dem Eingießen inwendig mit einem dünnen Kohlenüberzug versehen. Entweder wird, wie dies bei Sandformen fast allein üblich ist, feines Kohlenpulver aus einem Zwillich- oder Gazebeutel aufgestäubt (Pudern, Schwärzen), oder bei Lehmformen mit dünnem Lehmwasser angemengt und mittelst eines zarten Pinsels aufgestrichen. — Zur Vermeidung des Kaltgusses und der Einmischung von Schlacke werden oft besondere Kunstgriffe angewendet. Dazu gehört: die Erwärmung der metallenen Formen vor dem Guß; die Anlegung einer größeren Anzahl von Gußrinnen besonders bei großen flachen Gegenständen, wodurch nicht nur die Form schneller gefüllt wird, sondern auch oft eine wogende Bewegung der Masse eintritt; dann der sog. Tangential-Guß. Dieser kann nur zweckmäßig bei zylindrischen Formen in Anwendung kommen und besteht dann darin, daß man neben der Form, Fig. 170, S. 120, eine Guß-Röhre R nach abwärts führt, die an der untersten Formstelle tangential einmündet, so daß das einfließende Metall in der Form von unten auf in die Höhe steigt und nicht allein alle Schlacken- und Aschenteile vor sich her, sondern auch durch die wirbelnde Bewegung nach der Mitte treibt, wodurch sich alle Verunreinigungen auf dem Gießkopf ansammeln. — Beim Gießen langer, dünner Gegenstände, an denen namentlich Undichtigkeiten nicht vorkommen dürfen, Wasser-, Gas-, Dampfleitungs-Röhren etc., ist es aus demselben Grunde ratsam, die Formen vertikal oder unter 45° Neigung aufzustellen. Da in solchen und ähnlichen Fällen beim Eingießen des Metalles an dem oberen Punkte der Form der Kern verschoben oder Formteile abgebrochen werden, so verlegt man auch hier oft den Einguß nach der unteren Formkante und läßt das Metall durch ein seitwärts absteigendes Rohr, ähnlich wie bei Fig. 170 eintreten, wodurch die Luft, Schlacken usw. vor dem Metalle her aus den Formöffnungen herausgetrieben wird.

Der Transport des geschmolzenen Metalles zur Form wird je nach der Schmelzvorrichtung und der Betriebseinrichtung überhaupt verschieden vorgenommen werden können. Sind die Schmelzgefäße selbst leicht transportabel,

1) Ztschr. d. V. d. Ing. 1887, S. 232.

(Tiegel, Schmelzlöffel, auf Räder gestellte Öfen), so werden sie nach der Form gebracht und einfach durch Umkippen oder durch Aufstoßen einer am Boden befindlichen Öffnung ihres Inhaltes entleert. — Sind die Schmelzgefäße stehend (eingemauerte Kessel, Schacht- und Flammöfen), so wird ihr Inhalt entweder von besonderen Behältern aufgenommen und damit transportiert, oder durch einen die Gußform mit dem Schmelzraum verbindenden Kanal (Masselgraben), aus dem letzteren der ersteren direkt zugeführt (Laufenlassen, Vorsetzen). — Wie bereits bei der Beschreibung des Herbertzschens Kupolofens S. 85 hervorgehoben wurde, bringt man mitunter den Herd des Schachtofens auf einem Wagen an, um denselben direkt zur Form zu transportieren.

Beim Tiegelguß wird der Tiegel mit einer Zange (Tiegelzange) gefaßt, die so beschaffen sein muß, daß der Tiegel sicher und so weit vom Arbeiter abgehalten werden kann, daß diesem die strahlende Wärme nicht lästig wird. Eine solche Zange ist in nebenstehender Fig. 175 abgebildet.

Die Behälter, welche zum Transporte und gleichzeitig zum Eingießen des Metalles in die Formen dienen, sind je nach den Metallmengen, die vergossen werden sollen, verschieden, sowohl in der Größe und Gestalt, als in bezug auf die Transportmittel. — Regel für die Größe dieser Gefäße ist, daß ihr Inhalt so viel Metall faßt, daß dieses sowohl vollständig vergossen wird,

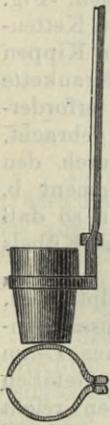


Fig. 175.



Fig. 176.

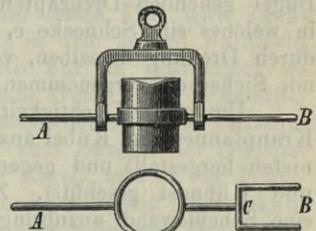


Fig. 177.

als auch die Form vollständig ausfüllt, wobei der Fall nicht ausgeschlossen ist, daß zur Füllung einer Form mehrere Gefäße gleichzeitig angewendet werden. — Die kleinsten Geräte dieser Art sind die Gießlöffel (Cuiller, *Casting-ladle*), kugelsegmentförmige Schalen von Schmiedeeisen, mit kurzem, etwa 20 bis 30 cm langen Stiele, einer Schnauze und einem Inhalte von einigen Grammen bis etwa  $2\frac{1}{2}$  kg namentlich im Gebrauch der Schrift-, Zinn- und Bleigießer, welche damit zugleich das Metall ausschöpfen. Die zweite Gattung bilden die sog. Gießkellen oder Handpfannen (Poche, *Ladle*, *Handladle*), Fig. 176. Das sind große Löffel mit etwa 1 bis 1,3 m langen Stielen und 20 bis 35 kg Inhalt, so daß sie noch von einem Arbeiter regiert werden können. Sie finden besonders in der Eisengießerei Anwendung und sind am zweckmäßigsten aus Schmiedeeisen hergestellt, mitunter aus Gußeisen. — Für Quantitäten von etwa 100 bis 200 kg fertigt man Gabelpfannen (Chaudière, *Shank*<sup>1)</sup>, von Zylinder- oder stumpfer Kegelform an (Fig. 177), die von 2 bis 5 Arbeitern getragen werden und zu dem Zwecke mit zwei gegenüberliegenden Stielen A B von 2 bis 2,5 m Länge ausgestattet sind. Bei diesen Pfannen ist eine Ein-

1) Dinglers Journ. 179, 360; 182, 457; 195, 338; 257, 8; 259, 300. — Zeitschr. d. österr. Ingenieur-Ver. 1869, S. 247. — Kerpely, Fortschritte 1872, S. 161. — Prakt. Masch.-Konstr. 1870, S. 10; 1880, 469.

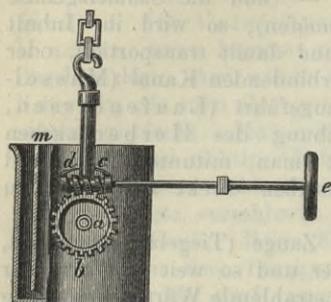


Fig. 178.

richtung zu treffen, wodurch es einem Arbeiter möglich wird, das Kippen zu bewirken, ohne Mithilfe anderer, weil nur dann ein geordnetes Einfließen zu erwarten ist. Diese Einrichtung besteht in einer an einem Stiele B sitzenden Gabel C (Fig. 177), welche vom Arbeiter gefaßt wird. — An diese Gießpfannen schließen sich unmittelbar die sogen. Kranpfannen (*Crane-ladle*) an. Sie sind die größten Gefäße, von abgestumpfter Kegel- oder Zylinderform und fassen bis zu 7500 kg. Ihr Transport geschieht ausschließlich durch mechanische Vorrichtungen, namentlich durch Krane, mitunter auch dadurch, daß man sie in wagenartige Gestelle hängt und diese nun nach der Gußform schiebt. Kleine Kranpfannen haben wie die Gießpfannen, Fig. 177, zwei Stiele, mit welchen sie in den Kettenhaken der Krankette hängen, und wovon der eine mit einer Gabel zum Kippen versehen ist. Sehr große Kranpfannen (Kübel) hängen an einer Krankette (Fig. 178) und werden oft der Sicherheit in der Führung und der erforderlichen Kraft wegen, durch mechanische Vorrichtungen zum Kippen gebracht. Eine solche Vorrichtung ist in Fig. 178 dargestellt. Auf dem, durch den Bügel gehenden Drehzapfen a sitzt ein Zahnrad und ein Zahnradsegment b, in welches eine Schnecke c, welche sich in dem Teile d dreht, eingreift, so daß durch Drehung derselben, vermittelst des Handrades e, ein Kippen des Kübels mit Sicherheit vorgenommen werden kann.

Um große Leichtigkeit mit Festigkeit zu vereinigen, werden Gabelpfannen, Kranpfannen und Kübel aus starkem Eisenblech (Kesselblech), durch Zusammennieten hergestellt und gegen das Verbrennen durch einen Überzug aus Lehm und Kuhlmit geschützt. Zweckmässig ist es bei den zylindrischen Gefäßen eine Scheidewand anzubringen (Fig. 178 m), die beinahe an den Boden reicht und beim Kippen die Schlacke zurückhält. Mitunter läßt man auch das Metall durch eine seitlich unmittelbar über dem Boden sitzende, durch eine Tür oder einen Schieber verschließbare Öffnung ausfließen.

In solchen Fällen, wo die Ausfüllung der Form nur durch den Inhalt mehrerer Gefäße stattfinden kann, also bei sehr großen Gußstücken und sehr schwer schmelzbarem Metall (Stahl), ist es ratsam, diesen Inhalt erst in ein größeres Gefäß und aus diesem in die Form zu gießen. Entweder bedient man sich dann eines sehr großen Tiegels (Hafen), der über dem Boden ein zeitweilig verschlossenes Gießloch hat, oder eines sog. Sumpfes, das ist eine in die Erde gegrabene Vertiefung, die durch einen Kanal mit der Form in Verbindung steht. Die Anwendung eines Sumpfes und das Laufenlassen direkt aus dem Schmelzofen in die Form durch den Masselgraben, wobei auch in der Regel das Metall erst in den Sumpf abgelassen wird, kommt hauptsächlich dann vor, wenn Dammgruben vorhanden sind, oder bei der Herdformerei. In letzterem Fall werden die offenen Rinnen durch eiserne mit Lehm bestrichene Schaufeln nach Bedürfnis abgesperrt. — Dieselbe Einrichtung dient auch dazu, große Metallmengen durch mehrere Kanäle in mehrere Formen zu leiten<sup>1)</sup>.

1) Dinglers Journ. 227, 461; 229, 244; 240, 426; 260, 270.

## Vierter Abschnitt. Metall-Gießerei insbesondere.

### I. Eisengießerei<sup>1)</sup>.

In der Eisengießerei hat man zwei Methoden des Betriebes, den Hochofenguß und den Umschmelzbetrieb. In dem ersten Fall wird direkt das aus dem Hochofen fließende Roheisen vergossen; in dem andern Fall geht ein Umschmelzen vorher. — Der Hochofenguß kann nur da stattfinden, wo ein Eisen erzeugt wird, welches für die gewünschten Gußartikel verwendbar ist, und ist beschränkt, weil verschiedene Ware verschiedenes Eisen verlangt, es sei denn, daß man den ganzen Hochofenbetrieb zum Zwecke der Gießerei einrichten will. — Der Umschmelzbetrieb bildet die Regel, weil er der Hochofengießerei gegenüber große Vorteile gewährt. Man ist zunächst nicht lokalisiert, wie beim Hochofenbetriebe, sondern kann an jedem beliebigen Orte Gießhütten anlegen, für jede Gattung Gußware die entsprechende Qualität Eisen aussuchen oder durch Vermischung verschiedener Eisensorten (Gattieren) herstellen, altes Brucheisen verwenden und sich überhaupt den Umständen anschmiegen. — Was die Auswahl des Eisens anbetrifft, so richtet diese sich nach der Bestimmung des Gußstückes. Im allgemeinen verwendet man die hellgrauen Gattungen, weil sie die Formen gut ausfüllen, dichten, leicht zu bearbeitenden zähen Guß erzeugen und dem Gußstücke die größte Festigkeit geben. Obwohl es erwünscht sein muß, möglichst reines Gußeisen zu verwenden, so kann doch unter Umständen eine Beimischung willkommen sein. So eignet sich silizium- und phosphorhaltiges Eisen ausgezeichnet zum ordinären Kunstguß, zu dünnwandigen Gußstücken (Potterieguß) und wenn es nicht auf große Festigkeit ankommt, weil es sehr dünnflüssig wird. — Von besonderer Wichtigkeit ist ein Gehalt von Silizium und Mangan für die Erzeugung von Hartguß, indem die erst bei der Abkühlung des Eisen eintretende Graphit-

<sup>1)</sup> E. Dürre, Wissenschaftlich-technisches Handbuch des gesamten Eisengießerei-Betriebes. 2. Bd. 3. Aufl. Leipzig 1896. — Ledebur, Eisen- und Stahlgießerei. 3. Aufl. Leipzig 1901. — Messerschmidt, Die Technik der Eisengießerei, Essen 1904. — E. Schott, Die Kunstgießerei in Eisen. Braunschweig 1873. — Sharp, Modern foundry practice. London 1900. — Rott, Fortschritte in der Eisengießerei. Berlin 1901. — Glaser's Annalen 1883, S. 99. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1894, S. 433; 1899, S. 433. — Berl. Verh. 1899, S. 93, 1335; 1901, S. 450. — Uhland, Techn. Rundsch. 1899, S. 13. — Stahl u. Eisen 1900, S. 1041; 1902, S. 5, 316, 990; 1903, S. 248, 657; 1904, S. 655, 711. — Dinglers Journ. 297, 26; 308, 7, 31.

Ausscheidung um so geringer wird, je schneller die Abkühlung erfolgt, je ärmer das Eisen an Silizium und je reicher dasselbe an Mangan ist, so daß das Verhältnis, unter welchem Mangan (0,1 bis 0,4 %) und Silizium (0,5 bis 0,8 %) vorhanden sein müssen, sich nach dem zu erreichenden Härtegrade zu richten hat. — Ein Zusatz von Schmiedeeisen- oder Stahlspänen (10 bis 25 %) beim Schmelzen in Tiegeln gibt den sog. Stahlguß.

Das Schmelzen des Eisens findet entweder in Tiegeln, oder in Flammöfen oder in Kupolöfen statt. Tiegel verwendet man für kleine Gußstücke (Bijouterie, schmiedbaren Guß etc.) und wenn das Eisen möglichst unverändert bleiben soll. — Flammöfen sind namentlich in Anwendung, wenn sehr große Stücke (alte Kanonen, Walzen etc.) zum Umschmelzen kommen und wenn man eine Veränderung des Eisens, z. B. einen gewissen Grad von Entkohlung absichtlich herbeiführen will. — Der Hauptnachteil eines Flammofens ist der große Verbrauch an Brennmaterial. — Die Kupolöfen werden zum Umschmelzen des Eisens überwiegend gebraucht, weil sie die Möglichkeit eines kontinuierlichen Betriebes darbieten, den Schmelzprozeß am billigsten ausführen lassen und eine sehr einfache Art des Betriebes gestatten. (Siehe S. 81.)

Der Verlust beim Schmelzen beträgt durchschnittlich:

in Tiegeln 10 %; in Flammöfen 14 %; in Kupolöfen 8 %.

Die hohe Temperatur des geschmolzenen Eisens beschränkt insofern die Auswahl des Materials für die Gußformen, als nur Sand, Lehm, Eisen und Kupfer dazu tauglich sind. Die genannten Materialien finden jedoch sämtlich Anwendung, überwiegend der grüne Sand. Soll der Guß möglichst weich ausfallen, so nimmt man fetten Sand, oder, besonders für große Stücke, Lehm. In solchen Fällen, wo der Guß sehr hart an der Oberfläche (abgeschreckt) werden muß, (Hartguß<sup>1)</sup>, Fonte durcie, F. en coquille, *Hardened castings*, *Chilled work*), z. B. bei Hartwalzen, Ambossen, Wagenrädern, Herzstücken für Weichen, verwendet man gußeiserne, auch kupferne Formen, (Schalen, Kockillen, [Coquilles, *Chills*], Schalenguß). Mitunter bei der Feingießerei kommt auch der Schwenk- oder Stürzguß (S. 136) mit Anwendung bleibender Formen vor.

Der Sandguß ist Herdguß oder Kastenguß. Ersterer wird besonders dann gewählt, wenn es sich um Gußstücke von großer Ausdehnung und geringer Dicke handelt (Gitter, Fenstereinfassungen, Teile ordinärer viereckiger Öfen etc.). Der Kastenguß bildet die Regel. — In denjenigen Fällen, wo es sich um Anfertigung einer großen Zahl gleicher Gußstücke handelt, werden die Formmaschinen in Anwendung gebracht, besonders zum Röhrenguß, im Potteriefache, beim Gießen kleiner Gußstücke für die Massenproduktion (Schlüssel, Schloßteile, Türdrücker, Kugeln etc., Teile an Spinnmaschinen, Webstühlen, Näh- und anderen Maschinen). — Der Tangentialguß ist bei Voll- und Hohlzylindern sehr zu empfehlen. — Das Eingießen erfolgt entweder durch Lauflassen direkt aus dem Schmelzofen, namentlich bei großen Gußstücken, die zu dem Zwecke in die Dammgruben gesenkt werden oder auf dem Herde geformt sind, oder vermittelt Handpfannen, Gabelpfannen und Kranpfannen, die unter das Stichloch des Ofens gebracht, oder, beim Hochofenguß, aus einem vor dem Hochofen stehenden Reservoir vollgeschöpft werden. Die Anlage eines Sumpfes ist sehr zweckmäßig und ratsam, wenn mehrere Gefäße zum Füllen der Form geleert werden müssen.

<sup>1)</sup> v. Schütz, Der Hartguß und seine Bedeutung. Magdeburg 1890. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1892, S. 730. — Stahl und Eisen 1891, S. 298, 733; 1892, S. 731. — Dinglers Journ. 226, 322; 232, 150; 234, 444; 242, 328; 243, 262; 253, 367; 282, 188; 284, 12; 297, 1, 25.

Wichtig ist es, die richtige Wärme des Eisens beim Gießen zu treffen, weil das Eisen weder zu hitzig noch zu kalt sein darf; die Kenntnis von der Natur des Eisens, der Beschaffenheit der Form, der späteren Bestimmung des Gußstückes usw. in Verbindung mit Übung läßt an dem Verhalten des Metalles in den Pfannen, ob die Oberfläche ruhig ist, oder sich wellen- und schlangenförmig bewegt, den passenden Grad der Wärme und den Moment des Eingießens erkennen.

Das Ausnehmen des Gußstückes aus der Form soll in der Regel erst nach vollständiger Abkühlung erfolgen. Bei offenem Herdguß und dann, wenn die Gußstücke noch glühend aus der Form genommen werden, bestreut man sie mit Kohlenpulver zur Verhütung der Oxydation und zu schneller Abkühlung.

Der Eisenguß, aus der Form genommen, bedarf gewöhnlich einer Zurichtung, die nur in einer äußeren Bearbeitung besteht; oft auch wird noch eine innere Veränderung damit vorgenommen.

Die äußere Bearbeitung beschränkt sich auf das Wegnehmen der Gießzapfen, der Gußnähte und sonstiger anhängender Teile vermittelt Meißel, Säge, Feile, Schleifstein, Sandgebläse usw. — sowie die Beseitigung des anhängenden Sandes, Kohlenstaubs (Putzen, Ébarber, *To fettle*) und das Richten der etwa verzogenen Stücke (Platten, Gitter etc.) durch Bescheren mit Gewichten oder Klopfen mit hölzernen Hämmern in der Glühhitze.

Diejenige Nacharbeit, welche eine Veränderung des Materials zur Folge hat, bezweckt dahingegen ein Weichmachen oder eine Umwandlung der Gußstücke. Das Weichmachen der Gußstücke überhaupt heißt Tempern, Anlassen, Adouzieren<sup>1)</sup> (*Adoucir, To anneal, To temper*). Es beruht zum Teil auf der Tatsache, daß hartes Eisen längere Zeit stark geglüht durch Bildung von Temperkohle (S. 6) eine weiche Beschaffenheit annimmt, und zum Teil auf einer Verwandlung des Gußeisens in Stahl oder Schmiedeeisen durch allmähliche Entziehung des Kohlenstoffes.

Wengleich man in Eisengießereien zu allen solchen Gußstücken, die einer nachherigen mechanischen Bearbeitung unterworfen werden müssen, oder ihrer Bestimmung gemäß eine weiche Beschaffenheit bedürfen, ein weiches graues Eisen auswählt, so tritt doch, besonders bei nassen Sandformen und an Stellen von geringen Dicken sehr leicht und oft die Abkühlung so schnell ein, daß der Guß strahligweiß, also hart wird. In solchen Fällen findet ein Weichmachen statt, welches einfach darin besteht, daß man die Gußstücke längere Zeit in der Rotglühhitze erhält und zwar unter Abschluß der atmosphärischen Luft, und dann äußerst langsam erkalten läßt. Zu dem Zwecke werden die Gußstücke mit einem gleichzeitig die Oxydation verhindernden schlechten Wärmeleiter umgeben und in Gefäße gepackt, die je nach der Dicke der Gegenstände mehr oder weniger lange Zeit hindurch einer solchen Hitze ausgesetzt werden, daß ihr Inhalt rotglühend ist. Als Umhüllungsmaterial nimmt man Holzkohlen- oder Kokspulver; das erstere ist als das reinste vorzuziehen. — Als Gefäße dienen je nach der Größe der Gegenstände tönerner oder gußeiserner Tiegel und Kasten aus Blech oder Gußeisen. Diese Gefäße werden in passende Öfen gesetzt (Tiegel in Windöfen, größere Gefäße in Flammöfen, welche große Ähnlichkeit mit den Zementieröfen der Zementstahlfabrikation haben und zweckmäßig mit Generatorgasen gespeist werden) und nach der entsprechenden Einwirkung mit den Öfen, die zu dem Zwecke dicht verschmiert werden, erkalten gelassen.

1) Ztschr. d. V. d. Ing. 1867, S. 337; 1881, S. 516; 1883, S. 849. — Engineering, 1870, S. 473. — Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 144; 1881, S. 60. — Kerpely, Fortschr. 1884/85, S. 198. — Dinglers Journ. 202, 20; 207, 51; 242, 309; 243, 407; 253, 367; 258, 175.

Über die Zeit der Einwirkung lassen sich bestimmte Angaben nicht machen, indem sie namentlich von der Beschaffenheit des Eisens selbst abhängt. Mitunter genügt es, ein Gußstück rotwarm aus der Form zu nehmen, dann in einem schon vorgeheizten Ofen bis nahe an den Schmelzpunkt zu erhitzen und mit dem Ofen langsam (3 bis 4 Tage lang) abkühlen zu lassen. — Durch diesen Prozeß wird das Eisen in graues Eisen verwandelt und mit allen Eigenschaften desselben (Weichheit, graue Farbe, grobkörniges Gefüge) ausgestattet.

Diesem Verfahren steht dasjenige gegenüber, welches Glühfrischen heißt und ein Weichmachen des Gußeisens durch Verwandlung desselben in Schmiedeeisen oder Stahl also durch Entkohlung herbeiführt und als Produkt den sog. schmiedbaren, hämmerbaren Eisenguß, Temperguß (*Fonte malléable*, *Annealed cast iron*) liefert und Tempern im engeren Sinne ist. — Die Darstellung dieses hämmerbaren Eisengusses fordert nicht allein eine besondere Auswahl des Rohmaterials, sondern auch eine etwas andere Behandlung desselben beim Schmelzen und Gießen. Ein weißes, kohlenstoffarmes Eisen wird hier deshalb gewählt, weil dasselbe den Kohlenstoff leichter und ohne leere Stellen zurückzulassen abgibt als graues Eisen. Da es aber schwerer flüssig wird, so muß die Schmelzhitze sehr hoch werden, um diejenige Flüssigkeit hervorzubringen, welche zur Ausfüllung der Form erforderlich ist. Deshalb findet das Schmelzen auch gewöhnlich in Tiegeln statt. Das Gießen geschieht aus den Tiegeln und zwar mit besonderer Schnelligkeit, um ein rasches Volllaufen der Form und damit eine gute Ausfüllung zu bewirken. Man setzt dem Gußeisen in diesem Fall auch gern Stahl und Schmiedeeisenbrocken (Dreh- und Hobelspane etc.) zu, weil hierdurch die Umwandlung unterstützt wird. — Die gegossenen Gegenstände werden zunächst dann von den Angüssen befreit und hierauf mit Kohlenstoff oxydierenden Substanzen (Zementierpulver) eingesetzt. Die Wahl der Zementierpulver muß mit Vorsicht getroffen werden, damit nicht etwa Gelegenheit entsteht, dem Eisen Stoffe zuzuführen, welche die guten Eigenschaften des Schmiedeeisens beeinträchtigen. Andererseits sollen sie schnell und sicher wirken. In der Regel wählt man sauerstoffreiche Verbindungen, welche den Sauerstoff zum Verbrennen des Kohlenstoffes hergeben, besonders Metalloxyde. Unter diesen steht zu vorliegendem Zwecke das natürlich vorkommende Eisenoxyd (Roteisenstein) voran. Zu bemerken ist hierbei, daß der Rückstand, welcher bei der Fabrikation der Schwefelsäure aus schwefelsaurem Eisenoxyd entsteht und wesentlich Eisenoxyd (Totenkopf) ist, nicht angewendet werden darf, wegen seines Gehaltes an Schwefel.

## II. Stahlgießerei<sup>1)</sup>.

Die hohe Hitze, welche der Stahl zum Schmelzen fordert, sowie die Dickflüssigkeit dieses Materials, welche nicht nur ein schwieriges Ausfüllen der Form, sondern auch eine bedeutende Blasenbildung veranlaßt, legen der Stahlgießerei, gewisse Beschränkungen auf, wengleich fortwährend durch Anwendung neuer Form-Materialien und Methoden die Zahl der Gegenstände aus Stahlformguß wächst. Die Hauptartikel dieses Gießereizweiges sind: Kanonen, Glocken, Zahn- und Scheibenräder, Radbandagen (Tyres), Herzstücke, Dampfzylinder, Schiffsschrauben, Walzen, Maschinenteile, Pflugschare.

<sup>1)</sup> Breslauer, Die Herstellung von Gußstahl in Masseformen. Berlin 1892. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1886, S. 313; 1881, S. 517, 730; 1884, S. 374; 1900, S. 144. — Kerpely, Fortschritte 1868, S. 223; 1881/82, 367; 1882/83, 267. — Engineering 1866, S. 189. — Stahl und Eisen 1886, S. 695; 1887, S. 562; 1903, S. 99; 1904, S. 837, 958. — Dinglers Journ. 184, 390; 194, 83, 305; 227, 271; 229, 561; 243, 262; 248, 504; 266, 306; 291, 71.

Um Stahl zum Zwecke des Gießens dünnflüssig zu machen, setzt man demselben im flüssigen Zustande 0,1 bis 0,5% Zusatz Aluminium zu, welcher auch sehr kohlenstoffarmem Eisen die Gießfähigkeit verleiht. Man nennt dieses Gußzeugnis *Mitisguß*, der namentlich zum Gießen von Maschinenteilen verwendet wird.

Zum Schmelzen des Stahles bediente man sich früher fast nur der Tiegel (Tiegelguß). Neuerdings erfolgt jedoch die Herstellung der größten Menge des Stahlformgusses durch direktes Gießen aus den Regenerator-Flammöfen (Martin-Siemens-Öfen) oder Bessemerbirnen.

Als Formen dienen verlorene und dauernde. Die ersteren, aus einem Material, welches im hohen Grade schwer schmelzbar sein und dann auch sehr poröse Wände liefern muß, werden aus einer Mischung von Schamottmehl mit Ton (Erdformen) hergestellt (auch wohl aus Lehm), wie bei der Lehmformerei angegeben ist. Manche Teile werden dabei nachgiebig (zerdrückbar) angeordnet, damit das Gußstück beim Erstarren nicht zerreißt. — Die dauernden Gußformen oder Eisengüsse für kleine Gegenstände, die als Kurentguß vorkommen, erzeugt man ebenfalls aus Stahl (selten Gußeisen) durch Gießen. Ihre einzelnen Teile werden zweckmäßig mit Scharnieren an einem Rahmen befestigt, damit sie sofort nach dem Eingießen aufgeklappt werden können, weil das Gußstück nicht in der Form erkalten darf. Der Einguß ist sodann bei jedem Guß mit Lehm auszustreichen, um an dieser Stelle die Form zu schonen. Auch hier erhält die Form oft die Einrichtung, daß einzelne Teile nachgiebig sind, indem sie z. B. aus Lehm angefertigt werden oder Keilstücke herausziehen lassen usw. Zur Vermeidung von Blasen an der Oberfläche des Gußstückes überzieht man die innere Formwand mit Ton, Graphit oder Kalk.

Sehr störend ist beim Stahlgießen die Bildung innerer Blasen (Lunker) durch ein Gemisch von Wasserstoff und Stickstoff, weshalb viele Mittel zur Verhinderung in Vorschlag gekommen sind. Die wichtigsten sind: längeres Stehenlassen des geschmolzenen Stahls nach dem Zusammengießen, Erzeugung einer luftleeren Kammer um den Strom, welche die Luft aus dem Metalle ausaugt, und besonders ein hoher Druck. Dieser wird auf verschiedene Weise hervorgebracht, je nach Umständen durch einen Gießkopf bis 8 m Höhe, entsprechend einem Drucke von 10 Atmosphären, durch Preßvorrichtungen, durch Schießpulver, das in kleinen Quantitäten unmittelbar nach dem Eingießen über dem Metall explodiert oder flüssige Kohlensäure und Dampfdruck. — Das wirksamste Mittel zur Vermeidung solcher Lunker besteht darin, daß man den oberen Teil des eingegossenen Metalles durch einen über der Form stehenden kleinen Gasgebläseofen, lange flüssig hält<sup>1)</sup>. — Zur Beseitigung der beim Gießen des Stahles fast unvermeidlich entstehenden Spannungen werden Stahlgußstücke in besonderen Flammöfen auf Rotglut erwärmt und dann langsam abgekühlt.

### III. Messinggießerei<sup>2)</sup>. — Tombak —, Argentan-Gießerei.

In der Messing- oder Gelbgießerei fällt die Operation des Schmelzens mit der Bildung der Legierung selbst (in Sätzen von 12 bis 15 kg) zusammen, so daß der Tiegelguß fast ausschließlich vorkommt. — Zur Anfertigung der Formen dient beinahe nur Sand und Lehm; große Messingplatten, aus denen Messingblech gewalzt werden soll, werden wohl hier und da noch zwischen Granit- oder Sandsteinplatten gegossen. — Da der Gelbgießer gewöhnlich Schmelzer, Former und Gießer in einer Person ist, so erwirbt er sich nicht die-

1) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1903, S. 1677. — 2) W. Graham, The brass founders' manual. London 1870. Abbass, Metallgießerei. 1876.

jenige Fertigkeit im Formen, welche zur Anfertigung von Formen aus magerem Sande erforderlich ist, weshalb er den fetten Sand oder Lehm als Formmaterial vorzieht. Dem fetten Sande wird in der Regel  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  seines Volumens Kohle (wegen seiner Fettigkeit Kienruß) zugesetzt. Oft vermischt man denselben beim Anmachen mit klebrigen Flüssigkeiten (Bier, Syrup, dünnem Mehlkleister usw.), um seine Plastizität zu erhöhen.

Das Formen in Sand geschieht nach den oben aufgestellten allgemeinen Gesetzen und Regeln mit hölzernen oder Metallmodellen (letztere aus Messing, Blei und Zinn, Hartblei u. dgl.) ausschließlich in Kasten (Flaschen). Nach der Herstellung der Form werden die Flaschen in eine Trockenkammer zum Trocknen gebracht, wobei man zweckmäßig die vom Feuer des Schmelzofens abziehende Wärme benutzt, weshalb die Anlage Fig. 89 S. 88 zu empfehlen ist. —

Das Gießen wird direkt aus den Tiegeln in die gewöhnlich zwischen Pressen (Formpressen) eingeklemmten Kasten vorgenommen.

Komplizierte Gußgegenstände aus Messing werden sehr häufig in einzelnen Teilen gegossen und diese nachher durch Löten vereinigt. — Wenn Messing mit Eisen oder Stahl durch Herumgießen verbunden werden soll, wie z. B. bei Türgriffen, Knöpfen zu Glockenzügen und ähnlichen Zwecken, so ist es ratsam, das Eisen vor dem Einlegen in die Form zu verzinnen und heiß zu machen. Letzteres ist namentlich erforderlich, wenn der Messingkörper bedeutende Dimensionen hat, — weil derselbe sonst, wegen des starken Zusammenziehens des Messings beim Erkalten leicht reißt. — Das bedeutende Schwindmaß des Messings macht die Vorsicht nötig, unmittelbar nach dem Guß das Gußstück aus der Form zu nehmen und die Kerne zu beseitigen, weil sonst das Abreißen und Zerreißen einzelner Teile, z. B. Speichen eines Rades, Peripherie eines Ringes durch den Widerstand des Formmaterials zu befürchten ist.

Im allgemeinen ist ein Messinggußstück an der Oberfläche rauh und unansehnlich, ohne scharf ausgebildete Kanten, von bunter Farbe und mit starken Gußnähten versehen und bedarf daher stets einer Nacharbeit, welche im Entfernen des Angusses, der Nähte etc. mittelst der Feile oder Säge und in Hervorbringung der gelben Farbe durch Wegfeilen, Abdrehen etc, der rauhen Oberfläche besteht.

Die Darstellung von Gußware aus:

Tombak (Rotgießerei),

Aluminiummessing und aus

Neusilber stimmt ganz mit der Messinggießerei überein, nur daß bisweilen bleibende (Stein- und Metall-) Formen angewendet werden.

#### IV. Bronzegießerei<sup>1)</sup>.

Die Bronze besitzt einen sehr hohen Grad der Gießbarkeit, d. h. sie läßt sich leicht schmelzen und füllt in ausgezeichnetem Grade die Form aus, dahingegen im allgemeinen keine nennenswerte Dehnbarkeit. Die anderen Eigenschaften dieser Legierung (Zähigkeit, Klangfähigkeit, Politurfähigkeit etc.) machen aber die Anwendung sehr wünschenswert zu Kanonen, Glocken, Statuen und darum ist die Bronzegießerei nicht allein zu großer Ausdehnung, sondern auch zu hoher Vollendung gekommen, so zwar, daß der größte Teil der Bronzegußstücke geradezu Kunstprodukte sind, welche speziell zu behandeln außerhalb der Grenzen dieses Buches liegt.

<sup>1)</sup> T. Harzer, Die Glockengießerei. Weimar 1854. — Müller, Bronzewarenfabrikant, 1877. — Abbass, Metallgießerei.

Das Schmelzen der Bronze zum Gießen geschieht gleichzeitig mit dem Zusammensetzen (S. 28). Tiegel werden in der Regel dann angewendet, wenn es sich um Darstellung kleiner Objekte (Bijouterie) handelt, und Flammofen beim Gießen großer Gegenstände sowie wenn zugleich alte Bronze in großen Stücken eingeschmolzen werden soll.

Da die Gußstücke aus Bronze sich entweder durch eine besondere gute Ausbildung selbst der feinsten Teile (Kunstguß), oder durch bedeutende Größe (Turmglocken, Kanonen) oder endlich durch beides (Statuen, Säulen etc.) auszeichnen sollen, so ist das Material zur Anfertigung der Formen fast ausschließlich fetter Sand oder Lehm. Nur in einzelnen untergeordneten Fällen benutzt man Formen aus Eisen oder Bronze, so z. B. bei der Fabrikation der Schellen, der schalenartigen Türglocken etc. — Die Methoden des Einförmens ergeben sich ebenfalls aus den allgemeinen Gesetzen und Regeln, nur daß in keiner Gießerei soviel von den Seite 119 etc., angegebenen besonderen Verfahrensarten Gebrauch gemacht wird, als hier. Bei solchen Güssen, welche durch ihre komplizierten Umrissse das Formen sehr schwierig machen würden, z. B. bei einer Reiterstatue mit voller Equipierung, werden die einzelnen Teile (Säbel, Säbeltasche, Sporen, Schärpe, Steigbügel, Sattelteile, Zaum etc.) für sich gegossen und nachher mit dem Hauptkörper durch Schrauben, Nieten etc. verbunden.

Das Gießen findet entweder aus den Tiegeln statt oder direkt aus dem Flammofen durch Laufenlassen, wozu dann vom Stichloch des Ofens bis zur Form, die, wenn sie groß ist, immer in der Dammgrube steht, ein mit Lehm ausgeschlagener Kanal vorhanden ist. Um dem Abkühlen des Metallstromes vorzubeugen, wird die Gußrinne vorher genügend erwärmt, was durch Einwerfen glühender Kohlen geschehen kann. Sollen dabei mehrere Formen gleichzeitig gefüllt werden, so sind von der Hauptrinne Abzweigungen anzubringen, welche nach Füllung der betreffenden Formen durch Einstecken lehmbestrichener Eisenblechstücke abgesperrt werden. — Wenn große Formen schnell gefüllt werden sollen, um Störungen beim Laufenlassen vorzubeugen, dann bringt man über der Form ein Sammelgefäß (Tümpel) an, welches durch, mit eisernen Stöpseln verschlossene Kanäle mit der Form in Verbindung steht, direkt aus dem Ofen mit Metall gefüllt wird und letzteres nach Entfernung der Stöpsel schnell und sicher in die Form schafft. Dieser Tümpel wird aus Backsteinen mit Lehm aufgemauert und vor dem Gebrauch mit Kohlenfeuer gehörig angewärmt. — Der Bronzeuß, der sich durch ein geringes Schwindmaß auszeichnet, wird in der Form vollständig erkalten gelassen, (oft, nachdem allerdings einzelne, dem Schwinden hinderliche Formteile entfernt sind) und daher mitunter erst einige Tage nach dem Gießen aus derselben herausgenommen. — Die Nacharbeiten bestehen zunächst im Abnehmen der Angüsse, Windpfeifen etc. durch Sägen, dann im Reinigen der Oberfläche durch Abfeilen, Abschleifen, Wegmeißeln und oft zur weiteren Vollendung im Ziselieren.

## V. Zinkgießerei.

Die besonders große Gußfähigkeit des Zinks, wodurch dasselbe die Formen nicht allein sehr gut ausfüllt, sondern auch die feinsten Eindrücke beibehält, hat eine große Verwendung dieses Metalles zu Ornament- und Kunstguß herbeigeführt, trotz seiner geringen Festigkeit und großer Sprödigkeit, so daß die Zinkgießerei ein eigener Industriezweig geworden ist, durch den die mannigfaltigsten Gegenstände des täglichen Gebrauchs (Lampengestelle, Uhrgehäuse,

Rauchrequisiten, Schreibzeuge, Buchstaben, Schilder, Kronleuchter, Säulenfüße, Bekleidungen und Kapitäle, Statuen, Vasen usw.) im großen hergestellt werden.

Sowohl in großen als auch in kleinen Werkstätten erfolgt das Schmelzen des Zinks in eingemauerten gußeisernen Kesseln, aus denen dasselbe durch Schöpflöffel in die Form gegossen wird. — Zu Gußformen verwendet man sowohl Sand als Lehm, besonders aber Bronze, Messing oder Eisen, namentlich für Kurrentguß. — Der Sand muß fein aber nicht zu fett sein, weil er nichtetrocknet wird. Selbst komplizierte Gegenstände, z. B. Kronleuchter, werden in solchem Sande und zwar in zweiteiligen Formkasten und sogar bleibenden Formen gegossen, indem man sie in verschiedenen Teilen herstellt, die später durch Löten vereinigt werden. Bei Hohlguß wird der Kern zweckmäßig aus Sand gemacht und im Innern desselben eine Stange von Holz oder Eisen eingeformt, die nach dem Guß sofort herausgezogen wird, um die Gefahr für das Zerreißen des Gußstückes infolge des bedeutenden Schwindmaßes zu beseitigen. Die Metallformen werden vor dem Guß gehörig angewärmt. — Das Eingießen des Zinks in die Form muß mit Vorsicht geschehen, wegen der großen Oxydierbarkeit dieses Metalles. Auch darf die Temperatur keine zu hohe sein, weshalb man wohl unmittelbar vor dem Guß einige Stücke ungeschmolzenen Zinks dem flüssigen Metalle zusetzt.

## VI. Zinngießerei. (Britanniametall.)

Das Zinn wird selten ohne Zusatz gegossen, weil es für sich die Formen nicht besonders ausfüllt und in den meisten Fällen für den Gebrauch auch zu weich ist. Gewöhnlich sind es daher die Legierungen von Zinn mit Blei und mit Antimon (Britannia-Metall) in sehr wechselnden Verhältnissen, welche in den Zinngießereien verarbeitet werden.

Alle diese Legierungen werden in eingemauerten eisernen Kesseln unter Beachtung der S. 25 gegebenen Vorsichtsmaßregeln geschmolzen.

Das Gießen wird fast nur in bleibenden Formen vorgenommen und dabei in ausgedehnter Weise von dem Stürzen (Schwenken) Gebrauch gemacht, weil eine Menge aus Zinn gegossener Gegenstände zu Verwendungen bestimmt ist, bei welchen es auf die Beschaffenheit der inneren Raumwand nicht ankommt, z. B. Kinderservice, hohle Knöpfe, Henkel, die auf Gefäßen aufgelötet werden. Das Stürzen besteht darin, daß man das Metall aus der Form wieder herausgießt, nachdem die äußere Kruste erstarrt ist. — Große Gegenstände, z. B. Abdampffannen für Apotheker, Destillierhelme etc. werden, weil sie nicht oft verlangt werden, in Sand gegossen. — Auch macht man in der Zinngießerei vielfach Anwendung von der Methode, einzelne Teile des Gußstückes besonders anzufertigen und dann durch Zusammenlöten zu vereinigen. Das Material für die bleibenden Zinngießerformen oder deren Teile ist hauptsächlich Metall und Stein, mitunter Gips, Holz, Pappe und Flanell. Unter den Metallformen kommen die aus Messing am häufigsten vor, weil sie sich leicht vom Gelbgießer im Rohen entferten und vom Zinngießer selbst ausarbeiten lassen. Das Gußeisen ist aus entgegengesetzten Gründen trotz der großen Wohlfeilheit weniger beliebt; nur Stahl wird in einzelnen Fällen, wo es auf große Glätte ankommt (namentlich in der Britannia-Metall-Gießerei) und zu Kernen verwendet, wenn diese glatte, später nicht gut zugängliche Öffnungen hinterlassen sollen, z. B. bei der Form zum Gießen der zinnernen Lichtformen, die in den Stearifabriken in großer Zahl verwendet werden.

Steinformen, namentlich aus weichen Steinen, haben deshalb große Aufnahme gefunden, weil der Zinngießer sich aus diesem Material mit verhältnis-

mäßig einfachen Mitteln bleibende Formen machen kann. Entweder benutzt man weichen feinkörnigen Sandstein, oder Serpentin, oder Schiefer, welche beide letzteren sich sehr leicht auf der Drehbank, durch Schaben, Gravieren etc. bearbeiten lassen, äußerst glatte Oberflächen und saubere Güsse liefern; man verwendet sie namentlich zu Formen für die Massenproduktion kleiner Artikel (Menschen- und Tierfiguren, Bäume Häuser usw.), welche sämtlich flach gegossen werden und durch Ausbiegen einzelner Teile aus der Ebene die natürliche Gestalt erhalten, wie z. B. ein Baum in flachen Formen gegossen, durch Biegen der Zweige sein naturgemäßes Ansehen erhält. Sowohl die Metall- als die Stein-, Gips- und anderen Formen müssen vor dem Eingießen gehörig erwärmt und mit einem Überzuge versehen werden, welcher das Anhaften des Zinns verhindert. Die Erwärmung ist notwendig, um ein schnelles Fließen des Zinns zu veranlassen und ein Zerspringen der Stein- und Gipsformen zu verhüten. Der Überzug ist entweder Ruß, welcher durch das Anrauchen über einem Holzfeuer, einer Licht- oder Lampenflamme in dünner Lage sich absetzt, oder Ton, der durch Auftragen von Lehmwasser und Wegrocknen des Wassers zurückbleibt. Stein- und Pappe-Formen werden mit Kreidewasser überzogen.

Das Gießen wird mit Schöpflöffeln vorgenommen und zwar heiß (Heißgießen) oder kalt (Kaltgießen). Beim Heißgießen wird das Zinn erst fast bis zur Rotglühhitze erwärmt und dann in die ebenfalls stark durch Eintauchen in das flüssige Metall vorgewärmten Formen gegossen, worauf diese sofort wieder gekühlt werden, was durch Umschlagen nasser Tücher geschieht. Man erhält durch die Methode, welche jedoch nur bei Metallformen anwendbar, die schärfsten Güsse, die sich außerdem durch Härte, Klangfähigkeit und Steifheit auszeichnen. — Beim Kaltgießen wird das Zinn nur soweit erhitzt, daß es auf der Oberfläche nicht farbig anläuft, und so in die Form gegossen.

Die Formen werden beim Gießen gewöhnlich in der Hand oder zwischen den Knien gehalten und sind dann mit hölzernen Handgriffen versehen, oder wenn sie groß sind, frei auf den Tisch gelegt, auch endlich in die Formpresse gebracht. — Die Gußstücke, welche ähnliche Nacharbeiten wie die anderen erfahren, müssen vor dem Ausnehmen aus der Form durch Wasser abgekühlt werden, weil das Zinn in heißem Zustande unmittelbar nach dem Erstarren sehr mürbe und zerbrechlich ist.

## VII. Bleigießerei.

Die Eigenschaften des Bleies lassen nur eine geringe Benutzung seiner Gußfähigkeit zu, so daß sich der Bleiguß auf wenige Gegenstände beschränkt. Sein großes spezifisches Gewicht macht es zu Geschossen (Kugeln, Schrot), seine Biegsamkeit zu Fensterblei, Röhren und seine Weichheit zu solchen Gegenständen geeignet, welche durch gewisse Preßvorrichtungen bestimmte Eindrücke erhalten und bewahren sollen (Plomben). Demnach beschränkt sich die Bleigießerei auf diese einfachen Gegenstände, zu denen allerdings noch einige aus Bleilegierungen hinzukommen. Zu diesen gehören namentlich die beweglichen Buchdruckerlettern (Typen) aus Hartblei und diesem ähnliche Kompositionen. — Da aber die Schriftgießerei ein spezieller Fabrikationszweig ist, so liegt sie außerhalb der Grenzen dieses Buches. — Selbst das Gießen der Bleiröhren und Platten ist wegen der Vorzüge, die gepreßte Röhren und gewalzte Platten vor gegossenen haben, ziemlich außer Gebrauch gekommen. Auch sind gegossene Kugeln durch die gepreßten fast verdrängt, weil die ersteren oft kleine Höhlungen bekommen, welche den Schwerpunkt verlegen und den Flug

unsicher machen, so daß sie doch oft in einer Kugelpresse nachgepreßt werden. — Die Leichtflüssigkeit des Bleies gestattet eingemauerte Kessel zum Schmelzen.

Als Formmaterial wählt man in einzelnen Fällen, z. B. zu Platten Sand oder Stein, in anderen Fällen, zu Kugeln, Plomben etc. Eisen. Die Kugelformen (Kugelmodeln, Moule à balles, *Boulet mould*), werden stets von Eisen angefertigt und bestehen aus einer Art Zange, deren Maulflächen die Höhlung der halben (Rund- oder Spitz-) Kugel besitzen. Der Einguß liegt in einer beweglichen Platte, welche bei der Seitwärtsverschiebung zugleich den Gießzapfen abschneidet.

Das Gießen der kleinen Kugeln (Schrot, Flintenschrot, Bleischrot, Hagel, Schießhagel, Dragée, Plomb de chasse, *Shot*), bietet insofern einiges Interesse, als dasselbe ohne eigentliche Gußformen stattfindet. Es wird dadurch ausgeführt, daß man geschmolzenes Blei auf ein mit vielen kleinen Löchern versehenes Sieb gießt, das mit einer lockeren Substanz (Bleiglätte) bedeckt ist, damit das Blei nicht in Strömen durchfließt, sondern in Tropfen durchsickert. Diese Tropfen, welche durch einen (30 bis 70 m) hohen Raum (Schroturm) hindurchfallen und sich dadurch abrunden und abkühlen, werden schließlich in einem Bottich mit Wasser zur vollständigen Abkühlung aufgefangen, dann durch Siebe sortiert und endlich in, sich um ihre eigene Achse drehenden, Poliertrommeln mit Reißblei poliert. Um die Tropfenbildung zu befördern, setzt man dem Schrotblei 0,2 bis 0,3 % Realgar zu. Neuerdings kommt man übrigens von der Anwendung hoher Schrottürme dadurch ab, daß man den niederfallenden Bleitropfen zur schnelleren Abkühlung einen kalten Luftstrom entgegentreibt.

## VIII. Gold- und Silbergießerei<sup>1)</sup>.

Gold und Silber wird selten anders als in den einfachsten Formen (Platten, Stäbe) gegossen, weil man wegen des hohen Wertes dieser Metalle mit wenigen Ausnahmen die Gegenstände so dünn verlangt, daß die Gießerei sie nicht mehr herzustellen vermag. Auch deshalb ist das Gießen beschränkt, weil man Gold und Silber durch Schmieden, Prägen, Stanzen, Treiben u. dgl. leicht in jede beliebige Form bringen kann, der man durch Ziselieren etc. weitere künstlerische Vollendung zu geben imstande ist. Das Gießen zu Platten und Stäben dahingegen findet sehr häufig statt, weil diese Vorformen für die weitere Verarbeitung durch Walzen und Drahtziehen zu Blech und Draht, Zainen in Münzen, am günstigsten sind. — In solchen und anderen Fällen wird das Schmelzen dieser Metalle oder ihrer Legierungen in Tiegeln vorgenommen, welche in einem kräftig ziehenden Windofen oder neuerdings Gasofen (S. 90) stehen.

Die Formen sind dann aus Eisen und gehören zu der Klasse der Eingüsse (S. 124). In einzelnen Fällen gießt man auch wohl in Sand oder in Sepia, dem weichen Rückenschild des Tintenfisches, in welche man die Form einpreßt, indem man das Modell zwischen zwei Stücke Sepia legt und diese gegeneinander drückt. Der Einguß wird mit einem Messer eingeschnitten.

<sup>1)</sup> Kulmer, Die Kunst des Goldarbeiters. Weimar 1887.

## Fünfter Abschnitt.

### Bearbeitung der Materialien auf Grund ihrer Dehnbarkeit.

Die Mechanik, welche sich damit beschäftigt, die Bedingungen aufzusuchen, denen irgend welche auf einen Körper einwirkende Kräfte sowohl in Größe als Richtung genügen müssen, damit sie sich im Gleichgewichte befinden, d. h. damit keine Bewegungsänderungen an dem Körper eintreten, legt ihrer Betrachtung einen materiellen Punkt oder ein System von materiellen Punkten zugrunde. Ein solches System von materiellen Punkten ist anzusehen als ein Aggregat von Molekülen, welche einzeln einen sehr kleinen Raum einnehmen und sehr nahe nebeneinander liegen. Indem man bei einem solchen System die Annahme macht, daß die Moleküle in gegenseitig unabänderlicher Lage und Entfernung voneinander bleiben, nennt man den Körper starr. — In Wirklichkeit aber kommt man bald zu der Wahrnehmung, daß ein absolut starrer Körper nicht existiert, denn man findet, daß ein Aggregat von Molekülen unter der Einwirkung von Kräften Gestaltänderungen erleiden und demnach innere Bewegungen annehmen kann. Innerhalb einer gewissen Grenze können diese Kräfte zwar so kleine Gestaltänderungen herbeiführen, daß diese nicht oder kaum wahrnehmbar werden und nach Beseitigung der wirkenden Kräfte sogar wieder vollständig verschwinden; wenn sie aber diese Grenzen überschreiten, so treten die Gestaltänderungen nicht nur als meßbare Größen auf, sondern sie erreichen leicht einen Grad, bei dem ein Zurückkehren auf die ursprüngliche Ausdehnung des Körpers nicht mehr stattfindet, bei dem also eine bleibende Änderung erfolgt. Da diese Erscheinung sowohl bei einer Annäherung als bei einer Entfernung der Moleküle voneinander auftritt, so führt sie, weil man eine gegenseitige Durchdringung nicht zugeben kann, unmittelbar zu der Erkenntnis, daß im Innern jedes Körpers Kräfte tätig sein müssen, welche innerhalb einer gewissen Grenze anziehend und abstoßend auftreten, denn die Annäherung kann nur durch Abstoßung, die Entfernung nur durch Anziehung aufgehoben werden. In dem Körper selbst befinden sich diese Kräfte im Gleichgewichte, weshalb dessen Teile von sich aus auch keine Bewegung anzunehmen vermögen. Weil aber das Volumen eines Körpers unter dem Einfluß einer, die obengenannte Grenze überschreitenden Kraft und damit auch seine Dichtigkeit sich ändert, so folgt daraus weiter, daß die Körperteilchen (Atome) sich nicht berühren, sondern Lücken zwischen sich lassen, allerdings unter der begründeten Annahme, daß diese Atome selbst einer Größenveränderung nicht fähig sind. Die Zwischenräume zwischen den Atomen bezeichnet man als Poren,

welche, mit einem unwägbareren Stoff (Äther) ausgefüllt, als der Sitz der abstoßenden Kräfte angenommen werden, während die Atome selbst die anziehenden Kräfte beherbergen.

Indem sich die Atome gegenseitig anziehen und die Ätherhüllen sich gegenseitig abstoßen, kann nur bei einer bestimmten Entfernung der Atome voneinander in diesen abstoßenden und anziehenden Kräften Gleichgewicht vorhanden sein, weil bei einer Annäherung der Atome die abstoßenden Kräfte der Ätherteilchen und bei einer Entfernung derselben ihre eigene anziehende Kraft ein Übergewicht erhält. Da nun ein Atom mit seiner Ätherhülle als Molekül angesehen wird, so hat man die ihm innewohnenden Kräfte die Molekularkraft benannt.

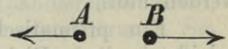
Die Molekularkraft ist demnach die Ursache der Eigenschaft, welche die durch eine von außen herantretende Kraft entstandene Formänderung wieder aufhebt und Elastizität genannt wird. — Je größer die Kraft sein kann, welche eine wieder verschwindende Formänderung hervorbringt, desto größer ist die Elastizität des Körpers. Bei dem ersten Einwirken einer äußeren Kraft ist noch der Widerstand klein; er wächst aber mit der Einwirkung, bis er sein Maximum erreicht hat: dann tritt erst eine bleibende Formänderung des Körpers, danach eine Trennung der Moleküle ein. — Hieraus ergibt sich nunmehr, daß bei der Einwirkung äußerer Kräfte auf feste Körper drei Abschnitte zu unterscheiden sind, der erste, bei dem die Formänderung durch die Elastizität wieder verschwindet (elastische Formänderung), der zweite, wobei eine bleibende Formänderung eintritt (plastische Formänderung) und der dritte, wobei ein Trennen der Moleküle erfolgt. Bei Beginn des zweiten Stadiums hat die Elastizität also ihre Grenze (Elastizitätsgrenze), bei Beginn des dritten Stadiums die Festigkeit ihre Grenze (Festigkeitsgrenze) erreicht.

Die gegenseitige Lage der Moleküle ist in jedem dieser drei Abschnitte verschieden. Am Anfang des ersten befinden sie sich in ihrem natürlichen Zustande, also im stabilen Gleichgewicht. Darauf ändern sie ihre Lage, indem die Entfernungen zwischen ihnen sich vergrößern oder verkleinern. Sie sind in den Zustand einer vorübergehenden Spannung gelangt. — Zu Anfang des zweiten Abschnittes befinden sich deshalb die Moleküle schon in einer nicht natürlichen gegenseitigen Lage. Eine sodann noch weiter gehende Entfernung oder Annäherung geht nicht mehr vorüber und die Spannung wird eine bleibende. Im dritten Abschnitte tritt die Erscheinung des zweiten in erhöhtem Grade und zwar bis zur gänzlichen Beseitigung des Zusammenhanges ein. — Der Zusammenhang (die Kohäsion) der Moleküle wird daher bei der Einwirkung einer äußeren Kraft immer mehr und mehr gelockert und demnach das Vermögen eines Körpers, äußeren Kräften Widerstand zu leisten (die Festigkeit) kleiner und kleiner. — Hieraus geht auch der für die Technik so wichtige Satz hervor, keinen Körper dauernd über die Elastizitätsgrenze hinaus auf seine Widerstandsfähigkeit in Anspruch zu nehmen; und ferner, daß eine bleibende Formänderung nur durch eine über die Elastizitätsgrenze hinausgehende äußere Einwirkung hervorgebracht werden kann.

Wenn somit die Festigkeit eines Körpers in einer bestimmten Beziehung steht zu der Lage der Moleküle, so ist es doch nicht allein der absolute Abstand der Atome, welche diese Beziehung bedingt, weil dann zwischen Dichtigkeit und Festigkeit ein leicht auffindbarer Zusammenhang bestände, sondern es ist vielmehr diese Beziehung wesentlich von der Natur des Körpers abhängig, denn schon die Aggregatzustände der Körper im allgemeinen und eines Körpers insbesondere zeigen, daß die Betrachtung der Kohäsion und der Widerstände gegen äußere Einwirkung auf die Natur der Körper fußen muß, wie bereits

Seite 4 näher erläutert wurde. Deshalb haben auch nicht nur die verschiedenen Körper trotz gleicher Dichtigkeit fast sämtlich andere Elastizitätsverhältnisse (also auch verschiedene Festigkeit), sondern ein und derselbe Körper verhält sich je nach seinem Aggregatzustande in bezug auf die Größe seiner Molekularkraft sehr verschieden. Endlich ist noch zu berücksichtigen, daß kein Körper eine vollständig gleiche Massenverteilung (Homogenität) besitzt, sondern immer mehr oder weniger heterogen ist und also an verschiedenen Stellen verschiedene Festigkeit besitzt. (Hierdurch erklärt sich z. B. die Erscheinung, daß ein Körper von gleichem Widerstande bei übermäßiger Belastung nicht in die Moleküle zerfällt, sondern gewöhnlich nur an einer Stelle zerbricht; ferner das eigentümliche Verhalten des Holzes etc.)

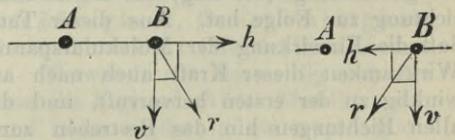
Auf zwei nebeneinander liegende Moleküle A, B, durch deren Schwerpunkte man sich eine Gerade gelegt denkt, können zwei Kräfte in bezug auf diese Gerade so einwirken, daß ihre Richtung entgegengesetzt ist: sie haben dann das Bestreben, eine Entfernung der Moleküle voneinander durch Zug zu veranlassen und werden Zugkräfte genannt.



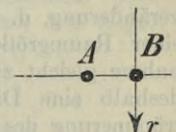
Zweitens: zwei Kräfte können in der Verbindungslinie A B so wirken, daß sich ihre Richtungen zuehren: sie bewirken eine Annäherung der Moleküle durch Druck und heißen Druckkräfte.



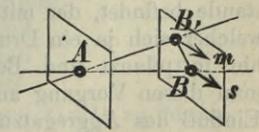
Drittens: zwei Kräfte h und v greifen das eine Molekül B an, und zwar die eine h ziehend, also in der Richtung der Verbindungslinie eine Entfernung der Moleküle anstrebend, die andere v aber in einer Linie, welche im Schwerpunkte des Moleküls B zu der ersten Kraft rechtwinklig steht: das Molekül B wird durch die Mittelkraft r eine Bewegung annehmen in der Richtung der Resultierenden r beider Bewegungen, also aus der Linie A B heraustreten und seinen Abstand zu A vergrößern. Derselbe Vorgang in umgekehrter Weise wird stattfinden, wenn die Kraft h auf B drückend wirkt: die Resultierende r bewirkt ein Heraustreten des B aus der Linie A B und eine Annäherung an A.



Wenn alle drei Kräfte, Zug-, Druck- und Normalkraft, jedoch gleichzeitig und in der Weise zum Angriffe gebracht werden, daß die Mittelkraft r normal auf A B steht, so wird die resultierende Richtung eine solche werden können, daß der Abstand des Moleküls B von A konstant bleibt, und also B sich um A in der Entfernung A B dreht. Der hierbei stattfindende Vorgang bewirkt das Verbiegen, die Resultierende der wirkenden Kräfte ist die biegende Kraft.



Legt man durch die Schwerpunkte der Moleküle A, B zwei parallele Ebenen und läßt dann auf ein Molekül zu B in der diesem zugehörigen Ebene eine Kraft wirken, während man sich das andere Molekül fest denkt, so verursacht diese Kraft eine verschiedene Wirkung: Liegen beide Moleküle in den Durchschnittspunkten einer auf beiden Ebenen rechtwinklig stehenden Geraden, so folgt



Viertens: eine Verschiebung oder Abscherung durch die Schubkraft s.

Liegt jedoch nur das Molekül A in dem Durchschnittspunkte, das Molekül B aber neben dieser Linie und sucht die Kraft  $m$  das Molekül B um diese A B als Achse zu drehen, so tritt endlich fünftens der Fall der Drehung, Verdrehung oder Torsion ein, deren Ursache ein Kräftepaar ist, welches die Drehkraft genannt wird.

In diesen fünf Möglichkeiten und ihren Zusammenstellungen sind alle Fälle erschöpft, in welchen äußere Krafteinwirkungen Formänderungen hervorzubringen vermögen, auch diejenigen eingeschlossen, welche auf einer Trennung der Moleküle beruhen. Dehnt man daher diese Betrachtung auf ein Aggregat von Molekülen aus, um sich der Wirklichkeit anzuschließen, so wird man die Grundlage gewinnen, auf welche die Formänderung durch gegenseitige Verschiebung der kleinen Teilchen (zunächst ohne Trennung derselben) gestützt werden muß.

Ein prismatischer Stab, der in seiner Längenausdehnung gezogen wird, erleidet in dieser Richtung eine Verlängerung, der je nach der Natur des Körpers unter sonst gleichen Verhältnissen sehr verschieden ausfällt, immerhin aber, bis der Bruch erfolgt, nur eine verhältnismäßig kleine sein kann, d. h. wenn die Absicht vorläge, auf solche Weise den Stab zu verlängern, so würde man sehr bald durch den Mangel an Kohäsion daran gehindert werden. Mit der Verlängerung des Stabes tritt jedoch gleichzeitig und in einer gewissen Abhängigkeit davon eine Querschnittsverminderung ein. Aus diesem Grunde wird die Dichtigkeit stabförmiger Körper nicht in dem Grade vermindert, als aus dem Verlängerungsverhältnisse gefolgert werden müßte, also auch eine größere Verlängerung hervorgebracht, als vermöge der Kohäsion allein möglich ist. Der Beitrag, der dadurch der Kohäsion erwächst, ist zwar an und für sich nicht groß; die Erscheinung selbst aber zeigt, daß die einseitige Spannung in der Längensrichtung (der Zug) ein Zusammendrücken rechtwinklig gegen die Zugrichtung zur Folge hat. Aus dieser Tatsache aber ist der Schluß zu ziehen, daß die Einwirkung der Molekularspannung nach einer Richtung zugleich die Wirksamkeit dieser Kraft auch nach anderen Richtungen, also selbst rechtwinklig zu der ersten hervorruft, und daß demnach bei jedem Molekül nach allen Richtungen hin das Bestreben zur Äußerung kommt, der Verschiebung entgegenzuwirken.

Ein kurzer prismatischer Stab erleidet daher, wenn ein Druck auf seine beiden Endflächen ausgeübt wird, auch in der Richtung rechtwinklig zu dem Druck eine Verdickung, die oft und leicht vollständig bauchig wird. Dies beweist, daß auch in diesem Fall eine Teilnahme aller Moleküle an der Formveränderung, d. h. eine Verschiebung in solcher Richtung als zur Verhinderung einer Raumgrößenveränderung notwendig erscheint, eintritt. Diese Dickenzunahme gleicht zwar ebenfalls nur einen Teil der inneren Spannung aus, ohne deshalb eine Dichtigkeitszunahme und bei entsprechendem Drucke eine Zertrümmerung des Stabes verhindern zu können. Der Vorgang selbst aber zeigt unzweifelhaft, daß ein Körper, der unter solchem Drucke steht, daß normal zu der Richtung dieses Druckes ebenfalls eine Verschiebung der einzelnen Moleküle von dem Zentrum des Körpers radial nach außen eintritt, sich in einem Zustande befindet, der mit dem einer flüssigen Masse verglichen werden kann, in welcher sich ja ein Druck auf einen Teil der Oberfläche nach allen Richtungen hin fortpflanzt und Bewegungen hervorruft. Aus diesem Grunde bezeichnet man diesen Vorgang auch als Fließen. Zugleich folgt hieraus wiederum der Einfluß des Aggregatzustandes auf die Verschiebbarkeit der Moleküle.

Durch den Einfluß eines äußeren Druckes erleidet ein fester Körper eine solche Kompression, daß sich die Spannung seiner Moleküle auch äußerlich

durch eine Zunahme an Härte zu erkennen gibt, während die durch eine ähnliche Zugkraft hervorgebrachte Spannung sich mehr durch eine Härteabnahme kennzeichnet. Die Härte hängt demnach ebenfalls innig mit der inneren Spannung zusammen, so zwar, daß sie z. B. mit Druckspannung wächst und vor der Zertrümmerung des Körpers ihr Maximum erreicht. Sie bietet daher in vielen Fällen ein willkommenes Zeichen zur Erkennung der gefährlich werdenden Spannung.

Wenn einem Körper durch einen bestimmten Druck ein gewisser Grad von Härte erteilt ist — welcher Grad auch wieder besonders von der Natur des Körpers abhängt — und somit die Moleküle eine unnatürliche gespannte Lage erhalten haben, so muß sich die natürliche Gleichgewichtslage offenbar wieder dadurch herstellen lassen, daß man die Annäherung der Moleküle durch eine sie voneinander entfernende Kraft aufhebt. Die expandierende Kraft, welche für diesen Zweck sehr geeignet erscheinen muß, ist die Wärme. Sie besitzt die Eigenschaft, nach allen Richtungen hin zu wirken und von außen her bis zum innersten Molekül vorzudringen. Unterwirft man in der That einen durch Druckkräfte hat gewordenen Körper der Erwärmung, so wird dadurch nicht nur in den meisten Fällen das Zeichen der inneren Spannung, die Härte, sondern mit diesem Zeichen die Spannung selbst soweit beseitigt, daß die Bedingungen für die natürliche Gleichgewichtslage der inneren Kräfte wieder erfüllt werden. Die Beziehungen zwischen der Aufgabe der mechanischen Technologie: „die Formänderung eines Körpers durch Verschiebung einzelner Teilchen gegeneinander zu bewirken“ und den erörterten Vorgängen führen zunächst auf die Eigenschaft, die ein Körper besitzen muß, um überhaupt eine Formänderung zuzulassen: er muß weit über die Grenze der Elastizität hinaus eine Verschiebung seiner Teile zulassen, ohne den Zusammenhang derselben zu zerstören. Diese Eigenschaft wird mit dem Namen Dehnbarkeit (*Ductilité*, *Ductility*), auch Zähigkeit, Geschmeidigkeit, Bildsamkeit, in speziellen Fällen Hämmerbarkeit (*Malléabilité*, *Malleability*) und Ziehbarkeit, bezeichnet. — Verwandt mit diesen Eigenschaften ist die Weichheit: hierunter versteht man die Eigenschaft der Metalle, einem Drucke nachzugeben, ohne zu brechen und ohne wieder in die ursprüngliche Form zurückzukehren (Blei, Zinn etc.). — Ist ein Mangel an Dehnbarkeit mit großer Härte verbunden, so nennt man den Körper spröde (glasharter Stahl); tritt derselbe Mangel mit Weichheit zusammen auf, so wird der Körper mürbe genannt (Schwarzeisen).

Die Dehnbarkeit ist bei den einzelnen Körpern höchst verschieden. Die wichtigsten Metalle reihen sich in bezug auf ihre Dehnbarkeit etwa wie folgt:

## Hämmerbarkeit.

## Ziehbarkeit.

Gold	Gold
Silber	Silber
Kupfer	Platin
Zinn	Eisen
Platin	Nickel
Blei	Kupfer
Zink	Zink
Eisen	Zinn
Nickel	Blei

Das Holz ist fast gar nicht dehnbar, nur in geringem Grade zu biegen.

Wenn ein Körper ausschließlich durch Zug, Druck oder Biegung etc. in eine andere Form gebracht werden sollte, so würde sehr bald die Dehnungs-

grenze erreicht und somit alle Möglichkeit einer weiteren Formveränderung nicht allein abgeschnitten, sondern zugleich die Festigkeit des neu entstandenen Körpers auf das äußerst geringste Maß und zwar häufig bis zum vollständigen Unbrauchbarsein zurückgeführt werden.

Aus zwei Gründen ist es darum notwendig, den durch den Zug vergrößerten Abstand der Moleküle durch eine gleichzeitige Kompression und den durch Druck verkleinerten Abstand durch eine Streckung auszugleichen, so daß in beiden Fällen möglichst die Gleichgewichtslage der Moleküle erhalten bleibt trotz der großen absoluten Entfernung, welche einzelne Moleküle oft gewinnen. — Wenn man einen Metallstab z. B. durch Walzen oder Drahtziehen auf das  $n$ -fache der eigenen Länge ausgedehnt hat, so haben sich auch die in einer Längslinie liegenden Moleküle um das  $n$ -fache ihres ursprünglichen Abstandes voneinander entfernt, und deshalb müssen sich bei dieser Ausdehnung zwischen je zwei Moleküle auch  $n$  Moleküle eingeschoben haben, wenn die Festigkeit, also die innere Spannung, die natürliche geblieben ist. Nur in diesem Sinne ist auch die Dehnbarkeit als Eigenschaft eines Körpers aufzufassen, also weder gleichbedeutend noch gleichwertig mit Ausdehnungskoeffizient zu nehmen.

Die Dehnbarkeit wird bei manchen Metallen durch die Wärme vergrößert, während sie bei anderen durch Erwärmung manchmal ganz vernichtet wird. Das Schmiedeeisen z. B. ist in der Glühhitze noch viel dehnbarer als bei der gewöhnlichen Temperatur; Kupfer ist bei dunkelroter Glühhitze ( $600^{\circ}$ ) am dehnbarsten, über diese Temperatur hinaus bis eben vor dem Schmelzen erwärmt, wird es so spröde, daß es sich leicht pulvern läßt; die größte Dehnbarkeit des Zinks liegt bei  $150^{\circ}$ , usw. Die Wärme eignet sich daher nicht nur vorzüglich als ausdehnende Kraft, sowohl um die durch Druck entstandene Härte zu beseitigen als auch die Bildung der Härte selbst zu verzögern, sondern bietet auch ein wichtiges Unterstützungsmittel bei der Bearbeitung vieler Körper, wenn sie deren Dehnbarkeit erhöht.

Wie bedeutend die Bearbeitung durch Wärme erleichtert wird, geht aus Beobachtungen <sup>1)</sup> über die Größe der Kraft hervor, welche drückende Werkzeuge, zum Zwecke der Formänderung auf 1 qmm der Arbeitsflächen bei der Verarbeitung von Flußeisen in verschiedenen Wärmezuständen übertragen müssen:

gelbwarm,	dunkelgelb,	rot,	dunkelrot,	braun,	beinahe schwarz,
5,5 kg	6,4 kg	6,7 kg	16,0 kg	17,6 kg	22,3 kg.

## I. Vorrichtungen zum Erwärmen.

Das Erwärmen des Arbeitsmaterials geschieht, wie oben erklärt wurde, namentlich aus zwei Gründen, einmal zur Erhöhung der Dehnbarkeit und dann, um die während der Arbeit entstandene Härte zu beseitigen (Ausglühen, Glühen, Recuire, *décrouir*, *Anneal*) und ist daher bei der Verarbeitung der Metalle unentbehrlich. Nicht nur für diese verschiedenen Zwecke, sondern namentlich auch wegen der verschiedenen Metalle, der verschiedenen Größe der Arbeitsstücke, nach der Gattung des Brennmaterials, der Art der Luftzuführung etc. sind die Vorrichtungen zum Erwärmen sehr voneinander abweichend konstruiert.

<sup>1)</sup> Stahl und Eisen 1898, S. 314.

Man kann hier jedoch die Unterschiede wesentlich ebenso feststellen wie bei den Schmelzapparaten S. 79: das Metall kommt entweder mit dem Brennmaterial unmittelbar in Berührung, oder es wird von brennenden Gasen (Flammen) oder endlich in Gefäßen erhitzt, deren Wände die Wärme von umspülendem Feuer erhalten. — Diese Unterschiede sind vor allem von Einfluß auf die Wahl des Brennmaterials, das in dem ersten Fall möglichst rein, in dem zweiten Fall lange Flamme und in dem dritten Fall nur überhaupt große Glut zu erzeugen imstande sein muß. Das für den Betrieb dieser Vorrichtungen in Gebrauch stehende Brennmaterial ist Holzkohle, Steinkohle, Koks, Holz, Torf, Braunkohle und Gas. Unter diesen ist die Steinkohle (Anthrazit ausgenommen) das wichtigste Material, weil sie, wenn sie einigermaßen rein von Schwefel ist und Flamme gibt, in allen Fällen Anwendung findet. — Deshalb genügt es hier auch, hauptsächlich von denjenigen Apparaten zu sprechen, die mit Steinkohlenfeuerung ausgestattet sind, um so mehr als dieselben Vorrichtungen für Koks, Holzkohle usw. gebraucht werden.

### A. Gebläse<sup>1)</sup>.

Da die Steinkohle eine hohe Entzündungstemperatur besitzt und schwer brennt, so ist es erforderlich, ihr zum Zwecke einer regelmäßigen Wärmeentwicklung die Luft (Wind) auf sicherem Wege in bestimmter Menge zuzuführen. Diese Zuführung geschieht entweder durch besondere mechanische Vorrichtungen (Gebläse) oder auf natürlichem Wege, durch den sogenannten Zug. —

Die Gebläse (Soufflet, Maschine soufflante, *Blast-machine*) bewirken eine Bewegung der Luft nach der Verbrauchsstelle, indem sie dieselbe komprimieren und dadurch ausdehnungsfähiger machen oder fortschieben. Sie bestehen entweder aus einem Luftbehälter dessen Volumen sich abwechselnd vergrößert

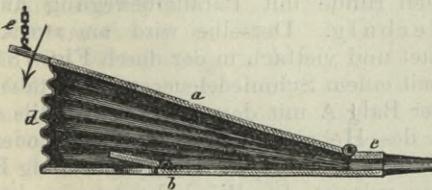


Fig. 179.

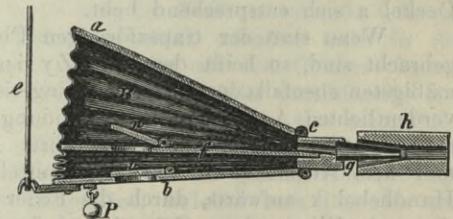


Fig. 180.

oder verkleinert, dadurch erst Luft aufnimmt und dann herauspreßt, oder aus einem Apparate, der die Luft in rasche Bewegung setzt und sie vermöge ihrer Trägheit zwingt, in die Windleitung einzutreten. Ein Gebläse der ersten Art für die Metallverarbeitung ist der Blasebalg (Soufflet, *Bellows*), den man als ein Gefäß mit biegsamen und festen Wänden ansehen kann, wovon die letzteren gegeneinander bewegt, den Raum verkleinern, umgekehrt vergrößern. In der Regel wird die Bewegung der festen Wände schwingend (in einen Bogen) mitunter geradlinig ausgeführt. Im ersten Fall besteht der Blasebalg, Fig. 179, aus zwei Holztafeln *a*, *b* von trapezförmiger, also nach dem einem Ende *c* spitz zulaufender Fläche (Spitzbälge<sup>1)</sup>, welche am Rande durch in Falten gelegtes Leder *d* miteinander verbunden sind. Die eine (obere) Holzplatte *a* bewegt

<sup>1)</sup> A. v. Ihering, Die Gebläse. 2. Aufl. Berlin 1903. — Dinglers Journ. 236, 458; 254, 283; 256, 145; 258, 105; 267, 5. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1871, S. 480; 1885, S. 221.

sich nun gegen die andere (untere) b um eine Art Scharnier bei c, das an dem spitzen Ende angebracht ist, vermittelt einer Zugkette e, welche ihrerseits durch Hebel in Bewegung gesetzt wird. Da diese einfachste Konstruktion den Wind

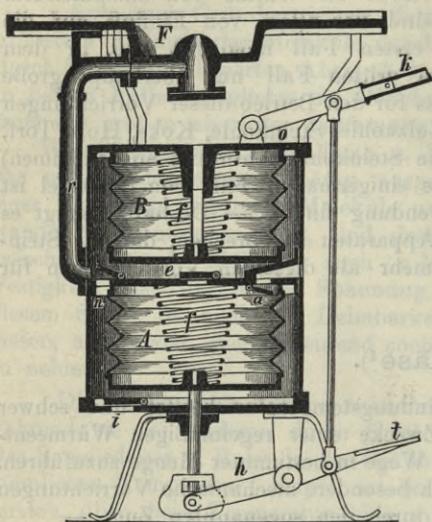


Fig. 181.

jedoch stoßweise fortschafft, so ist zur Hervorbringung eines kontinuierlichen Luftstromes noch ein Regulator anzubringen. Der dadurch entstehende doppelte Blasebalg (Soufflet à double vent, S. de maréchal, S. rabier, *Double bellows*), Fig. 180, besteht in der Regel aus einem über dem festen Boden f angebrachten Raum B, der auch, wie der untere Teil, aus einem beweglichen Holzblatt (Deckel) a und einem Lederbalg hergestellt ist. Der Wind wird dann erst aus dem unteren Balg in diesen Raum gedrückt, um dann durch die Düse g im Balgkopfe und die Form h nach dem Feuer zu gelangen. Zur Regulierung des Winddruckes wird der Deckel mit Gewichten beschwert; desgleichen hängt an der unteren Platte ein Gewicht P, um diese niederzuziehen, damit ein neues Luftquantum durch das Eintritts-Klappen-

ventil v in den Balg gelangt, welches sodann beim Aufziehen dieser Platte durch das Klappenventil w in den oberen Raum gedrückt wird, wobei der Deckel a sich entsprechend hebt.

Wenn statt der trapezförmigen Platten runde mit Parallelbewegung angebracht sind, so heißt der Balg Zylinderbalg. Derselbe wird am zweckmäßigsten ebenfalls doppelwirkend eingerichtet und vielfach in der durch Fig. 181 verdeutlichten Anordnung in Verbindung mit einem Schmiedefeuer transportabel als sogen. Feldschmiede ausgeführt. Der Balg A mit dem Lufteinlaßventile a und dem Auslaßventile e wird vermittelt des Hebels h durch Fußtritt t oder Handhebel k aufwärts, durch die Feder f abwärts bewegt. Der zweite Balg B dient als Windregler. Geht A aufwärts, so gelangt der Wind durch e in den oberen Raum und aus diesem durch das Rohr r in den Herd F, während sich zugleich frische Luft durch das geöffnete Klappenventil i in den unteren Raum begibt. Bei der Abwärtsbewegung des Balges A füllt sich derselbe durch a von neuem mit Luft, wobei er zugleich die Luft aus dem unteren Raum ebenfalls in den oberen sowie durch r in den Herd preßt. Der durch das Loch o mit der Atmosphäre in Verbindung stehende Balg B hebt sich durch Überdruck unter Spannung der Feder f, welche daher eine Ausgleichung in der Weise bewirkt, daß der Wind gleichförmig ausströmt.

Anstatt eine bewegliche Platte gegen eine andere zu bewegen und dabei die Luft in ein Gefäß mit biegsamen Wänden einzuschließen, kann man die Wände auch steif machen und zwischen denselben ein an dieselben anschließendes Stück (Kolben) hin und her bewegen. Ist dieser Kolben, also auch das Gefäß (Kasten), viereckig, so nennt man das Gebläse Kasten-gebläse (Soufflet *b caisse*, *Chest-bellows*). Zylindergebläse (Soufflet cylindrique, *Cylinder-blowing-engine*) wird es genannt, wenn der Kolben kreisrund und das Gefäß ein Hohlzylinder ist. — Je nach der Art der Bewegung und der bewegenden

Kraft, nach Gestalt, Material usw. tragen sie noch verschiedene Namen (einfache und doppelt wirkende, oszillierende, Tonnen-, Ketten-, Glocken-, Wasserrad-, Dampf-, Wassersäulen-Gebläse usw.). — Zum Anfachen des Feuers, um damit Metalle zu erhitzen, finden letztere Gebläse nur vereinzelt Anwendung; ihre Hauptbestimmung ist atmosphärische Luft zum Zwecke chemischer (Reduktions- und Verbrennungs-) Prozesse in Öfen, namentlich Hochöfen, Frischöfen usw. zu führen. Deshalb würde ihre Beschreibung über die Grenzen dieses Buches gehen. Dabingegen sind die Gebläse mit rotierender Bewegung (Zentrifugalgebläse, Flügelgebläse, Ventilateur, *Fan-blower*) für den in Rede stehenden Zweck vielfach in Anwendung, namentlich da, wo große Luftmengen von einer Zentralstelle aus nach den einzelnen Feuern transportiert werden sollen, in welchem Fall die Gebläse gewöhnlich durch Dampf- oder Wasserkraft betrieben werden. Aber auch für den Handbetrieb eignen sie sich vorzüglich, da sie wenig Raum einnehmen, einen größeren Wirkungsgrad als Bälge haben, und weniger Störungen durch Reparaturen etc. veranlassen. — Dem Wesen nach besteht ein Flügelgebläse

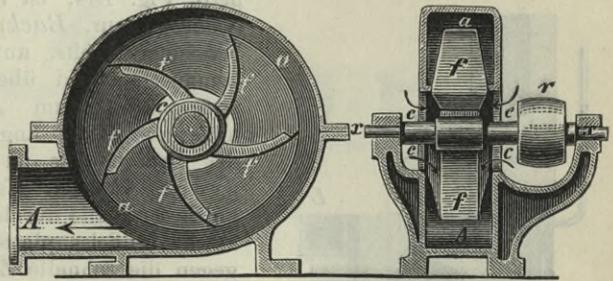


Fig. 182 und 183.

aus einer horizontal gelagerten, sich schnell drehenden Welle, welche mit radial gestellten Flügeln versehen und mit diesen in ein passendes, rundes Gehäuse eingeschlossen ist, in welches durch eine, im Zentrum sitzende Öffnung Luft eintritt, die durch die Flügel gefaßt, tangential, mitunter auch in der Achsenrichtung der Eintrittsöffnung gegenüber, wieder aus dem Gehäuse heraus in die Windleitung getrieben wird. Die Flügel sind entweder geradflächig, einfach gekrümmt nach einer Kreislinie oder doppelt gekrümmt, also schraubenartig. Das Gehäuse legt sich zweckmäßig spiralförmig um die Flügel, sich nach der Luftausströmungsöffnung erweitert, um überall gleiche Geschwindigkeit der Luft zu erhalten. — Ein Flügelgebläse, welches zum Betriebe mit Riemen bestimmt ist, aber gleichzeitig diese Art Gebläse überhaupt veranschaulicht, führen Fig. 182 und 183 vor Augen. Auf der horizontalen Welle xx, welche durch die Riemenrolle r in Drehung versetzt wird, sitzen die 5 Flügel f, welche die durch die zentrale Öffnung c eintretende Luft in den Raum a zwischen Gehäuse und Flügel drängen und durch das tangentielle Rohr A hinaustreiben. — Zu den hier in Betracht kommenden Gebläsen gehören auch die sog. Kapselgebläse insbesondere der (nach dem Konstrukteur so benannte) Rootsche Ventilator (*Roots-blower*). Derselbe besteht, nach dem Prinzip der Kapselräder, aus zwei in eine Kapsel eingeschlossenen und ineinander greifenden Flügelrädern von der Querschnittsform der Ziffer 8, welche die eingesaugte Luft vor sich herschieben. Der Vorteil dieses Gebläses liegt in dem großen Nutzeffekt, bei verhältnismäßig langsamem Gange (von etwa 200 bis 300 Umdrehungen) und geringer Windpressung (etwa 40 mm Wassersäule). — Vielfach stehen auch die sog. Strahlgebläse in Gebrauch, bei welchen die Luft durch einen Dampfstrahl eingetrieben wird.

## B. Schmiedeherd, Glühofen etc.

Zur Erhitzung des Metalles in direkter Berührung mit dem Brennmaterial dienen offene oder von niedrigen Wänden aus Mauerwerk oder Eisenplatten bildete, kastenförmige Feuerstätten, welche Herde genannt werden, und je nach ihrer Bestimmung in Größe, Anlage usw. verschieden sind. Hauptsächlich stehen sie in den Schmiedewerkstätten des Eisen- und des Kupferschmiedes in Gebrauch, wosie den Namen Schmiedeherd, Schmiedefeuer, Schmiedesse und Esse (*Forge, Forge, Hearth*<sup>1)</sup>) führen. — Ein gewöhnlicher Schmiedeherd, Fig. 184, ist neben einer Brandmauer B (*Contre coeur, Back*) in einer für den Arbeiter bequemen Höhe, auf einem aus Steinen aufgemauerten und überdeckten Gewölbe A (das zweckmäßig zum Aufbewahren des Brennmaterials dient) angelegt. Unmittelbar neben der Brandmauer ist die Feuerstätte (Feuergrube, *Creuset, Fire place*) F, weshalb jene an dieser Stelle durch eingesetzte 75 bis 100 mm starke Gußeisenplatten oder feuerfeste Steine a gegen die schnelle Zerstörung geschützt werden muß. Das Feuer wird durch eine Gebläse gespeist und zwar vermittelst des, in der Brandmauer sitzenden, dicken, viereckigen Gußeisenstückes h Fig. 180 (S. 145) (die Form, Windform, Eß-Eisen, *Tuyère, Tuyere*), das der

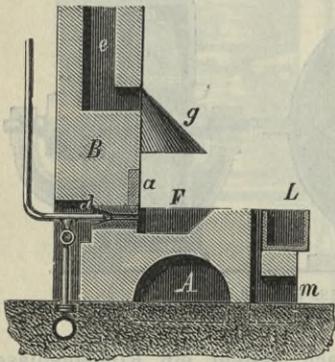


Fig. 184.

Länge nach eine Öffnung hat, die zur Aufnahme der Gebläsedüse d konisch und am anderen Ende zylindrisch ausmündet. Die zylindrische Endung ermöglicht des Abbrennens wegen ein allmähliches Vorschieben der Form, ohne daß die Windöffnung sich ändert. — Der entstehende Rauch findet seinen Ausweg durch den Rauchkanal e in der Brandmauer, dem er durch den Blechmantel g zugeleitet wird. — Wichtig ist die Wartung und Behandlung des Feuers, teils um einer Verschwendung an Brennmaterial vorzubeugen, teils um die richtige Hitze an der passenden Stelle zu haben. Zunächst ist dabei vorauszuschicken, daß beides am besten mit einer backenden Steinkohle erreicht werden kann. Da diese vor dem Verbrennen durch eine Art Zusammenschmelzen in eine zusammenhängende Masse verwandelt wird, so bildet sie längs der Oberfläche des Feuers eine geschlossene Decke, welche die Hitze im Inneren zusammenhält und oberflächlich so abgekühlt werden kann, daß sie selbst nicht brennt. Das Abkühlen wird durch Aufgießen von kaltem Wasser vermittelst eines an einem Stiele sitzenden Besens oder Lappens (*Löschwedel, Goupillon, Sprinkle*) bewirkt, der das Wasser aus einem auf der Herdfläche sitzenden Trog (*Löschrog*) L entnimmt. Gleichzeitig ist durch das Ablöschen der Oberfläche das Auflodern der Flamme und die damit verbundene, dem Arbeiter lästige strahlende Wärme vermieden. — Die sich im Lauf des Verbrennens bildende Schlacke (*Mâchefer, Slag*) wird mit einem Haken von Zeit zu Zeit aus dem Feuer gerissen und durch den absteigenden Kanal in den Schlackenraum m gebracht.

1) Schmelzer, Schmieden. Leipzig 1888. Dingers Journ. 221, 81, 115; 316, 338. — Stahl und Eisen 1897, S. 762.

Das vorstehend beschriebene Schmiedefeuer (Fig. 184) bewirkt wegen der einseitigen Windzuführung eine ungleichmäßige Erwärmung namentlich der größeren Schmiedestücke und besitzt auch den Nachteil, daß es von der Mauerseite unzugänglich und dadurch ungeeignet zur Erhitzung mancher Arbeitsstücke (z. B. der Nabe eines Rades) ist. Um diese Nachteile zu beseitigen, ordnet man daher das Feuer zweckmäßig so an, daß es von allen Seiten frei auf der Herdmitte liegt und die Luft von unten zugeführt erhält. Als Feuergrube benutzt man dann einen gußeisernen Topf *a* (Fig. 185), der in der Herdplatte

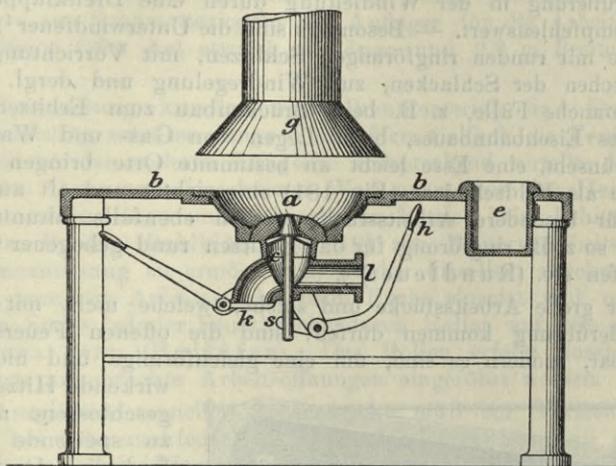


Fig. 185.

*bb* hängt und einen auswechselbaren Boden besitzt, der durch einen aus der Mitte hervorragenden Schlitz (Form) die Luft in das Feuer führt, welche durch die Leitung *l* in den Windkasten *c* gelangt und durch den Schieber *s* reguliert oder von der Hauptleitung abgesperrt wird (Schmiedefeuer mit Unterwind). An der rechten Seite bei *e* ist der Löschtrog und bei *d* eine Klappe zum Entleeren der Schlacke angebracht. Der Rauchfang *g* hängt bei einer solchen Einrichtung mitten über dem Feuer und führt durch ein vertikales Rohr den Rauch direkt aus dem Dache der Werkstatt hinaus.

Da bei einer Vorwärmung des Windes auf etwa 180 bis 300° C nicht nur eine bedeutende Ersparnis von Brennmaterial oder an Arbeitszeit stattfindet, sondern da auch eine reinere Hitze wegen der größeren und gleichmäßigeren Wärme entsteht, so hat man an vielen Schmiedeeisen Winderhitzungsapparate angebracht, welche gewöhnlich so angeordnet sind, daß sie Wärme von dem Feuer selbst aufnehmen und an die sie durchströmende Luft abgeben. Entweder liegt zu dem Zwecke ein Luftbehälter in der Brandmauer neben der Feuergrube oder unter dem Feuer (den Boden der Grube bildend), so daß er immer mit einer Seite die Wärme aufnimmt, oder über dem Feuer.

In bezug auf einige Einzelheiten an dem Schmiedefeuer ist noch folgendes als das Wichtigste zu bemerken. — Um die schnelle Abnutzung der Form zu verhindern, wird sie oft hohl gegossen, und der innere Hohlraum mit einem durchlaufenden Wasserstrom gekühlt (Wasserform<sup>1</sup>). — Die Düse des Gebläses

1) Dinglers Journ. 137, 417; 204, 125.

schließt den Hohlkegel in der Form nicht ganz aus, sondern läßt zwischen beiden einen freien Raum, durch den noch Luft mitgerissen wird, und der das Einschlagen der Flamme durch die Düse in den Balg verhindert. — Der Durchmesser der Formöffnung richtet sich nach der Größe der Feuer und muß sorgfältig bestimmt werden, damit einerseits keine zu große Kohlenverschwendung, andererseits auch keine zu geringe Erhitzung stattfindet. Als Anhaltspunkte können dienen 10 bis 15 mm für kleine, 15 bis 20 mm für mittlere und 25 bis 30 mm für größere Feuer. Außer der gutgewählten Öffnungsgröße ist noch eine Regulierung in der Windleitung durch eine Drehklappe oder einen Schieber sehr empfehlenswert. — Besonders sind die Unterwindfeuer<sup>1)</sup> ausgebildet, indem man sie mit runden ringförmigen Schlitzen, mit Vorrichtungen zum bequemen Abstechen der Schlacken, zur Windregelung und dergl. ausgestattet hat. — Für manche Fälle, z. B. beim Brückenbau zum Erhitzen der Nieten, für Zwecke des Eisenbahnbaues, beim Legen von Gas- und Wasserleitungen etc. ist es erwünscht, eine Esse leicht an bestimmte Orte bringen zu können. Dann wird sie als Feldschmiede (Fig. 181) eingerichtet und oft auf vier Räder gestellt. — Für besondere Arbeitsstücke werden ebenfalls mitunter besondere Essen gebaut, so z. B. ringförmig für das Erhitzen rund gebogener Gegenstände, Ringe, Radreifen etc. (Rundfeuer)<sup>2)</sup>.

Für sehr große Arbeitsstücke und solche, welche nicht mit dem Brennmaterial in Berührung kommen dürfen, sind die offenen Feuerstätten nicht mehr anwendbar, sondern es sind, um eine gleichförmige und nicht schädlich

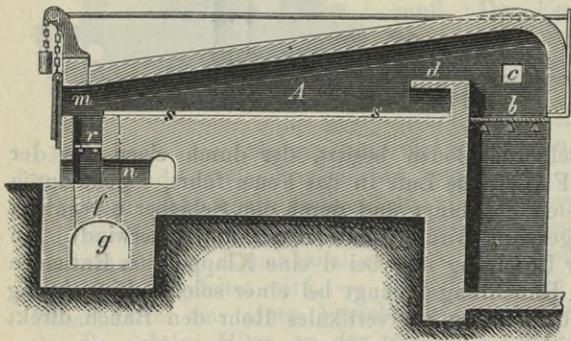


Fig. 186.

wirkende Hitze zu erzielen, geschlossene mit Flammen zu speisende Räume erforderlich. Diese wegen ihrer Zwecke Glüh-, Wärme- und Schweißöfen<sup>3)</sup> (Furneau à rechauffer, Four à souder, Reheating furnace, Weld-furnace) genannt, gleichen im allgemeinen den S. 87 dargestellten Flammöfen, nur mit dem Unterschiede, daß sie eine mehr gestreckte horizontale Herdfläche und eine

allmählich nach dem Fuchs zu sich senkende Decke (deren Form mit derjenigen einer in der Längsachse durchschnittenen Birne zu vergleichen ist) besitzen, und mitunter viel beträchtlichere Dimensionen haben müssen, z. B. zum Ausglühen der großen Eisentafeln, die in Bleche verwandelt werden sollen.

Ein für den letztgenannten Zweck dienender Ofen, der in Fig. 186 im Längendurchschnitte dargestellt ist, mag hier zur weiteren Erklärung dieser Glühöfen dienen. Man erkennt den Feuerraum mit den Roststäben bei b, mit einer seitwärts eintretenden trichterförmigen Aufge- und Schüröffnung c. Die Flamme streicht, durch ein Gewölbe geführt, über die Feuerbrücke d in den,

<sup>1)</sup> Ztschr. d. V. d. Ing. 1864, S. 449, 451. — Dinglers Journ. 221, 81, 115; 232, 117; 241, 431; 259, 349; 262, 355. — <sup>2)</sup> Heusinger, Handb. Bd. 4, S. 197. — Petzholdt, Eisenbahnmaterial. Taf. 20. — Dinglers Journ. 261, 420. — <sup>3)</sup> Berliner Verhandlungen 1861. S. 206. — Petzholdt, Eisenbahnmaterial. Taf. 12, 14, 26. — Wiebe, Skizzenbuch 1867, Heft 1.

im Grundriß viereckigen Erhitzungsraum A, um von hier durch zwei abwärts steigende Zuglöcher f zu dem Feuerkanal g und weiter in den Schornstein zu gelangen. Ein flaches, allmählich tiefer gehendes Gewölbe überdeckt den Heizraum. Bei m ist der letztere mit einer die ganze Breite einnehmenden Arbeitsöffnung versehen, welche mit einer an Gewichten hängenden Schiebetür verschlossen wird. Um beim Öffnen dieser Türe eine schädliche Ofenabkühlung zu vermeiden, ist zwischen den Zuglöchern f noch ein kleiner Feuerraum r angebracht, in dem ein kleines Kohlenfeuer unterhalten wird, das die Speiseluft durch mehrere Seitenkanäle n erhält. Der Boden des Erhitzungsraumes ist mit Rippen ss aus Schamotteziegeln als Auflager für die Arbeitsstücke belegt. Der beschriebene Ofen hat etwa 5 m Länge und 2,2 m Breite mit 2,29 qm Rostfläche.

Zur Verwendung kurzflammigen Brennmaterials und Erzielung gleichmäßiger Erwärmung erhalten lange Flammöfen vielfach die Feuerung an einer Langseite und an der anderen Langseite entsprechend verteilte Abzüge, so daß die brennenden Gase nur den kurzen Weg quer über den Herd nehmen. — Um mit Flammöfen einen ununterbrochenen Betrieb beim Erhitzen kurzer Arbeitsstücke, z. B. der Stahlblöcke (S. 10) zur Weiterverarbeitung, und eine gute Wärmeausnutzung zu ermöglichen, werden dieselben zweckmäßig so eingerichtet, daß man die Arbeitsstücke beim Fuchs einsetzt und nach und nach der heißesten Stelle bei der Feuerbrücke durch Rollen auf dem etwas geneigten Herde zuführen kann (Rollöfen). Das Rollen erfolgt durch Stangen, die durch seitwärts angebrachte Arbeitsöffnungen eingeführt werden.

Das Ausglühen mancher Arbeitsstücke muß zur Vermeidung des Abbrandes etc. bei Schmauchfeuer oder bei gänzlichem Abschluß der Luft also auch der Flamme eines Flammofens stattfinden (dünne Bleche, Draht etc.). In solchem Fall werden die sogenannten Gefäßöfen benutzt, in welchen die zu behandelnden Gegenstände in Gefäßen aus Eisen (Guß- und Schmied-) oder Ton einem Flammofen- seltener einem Windofen-Feuer ausgesetzt werden. Je nach der Form und Größe der Arbeitsstücke sind die Gefäße von runder, zylindrischer Gestalt (Tiegel, Muffel) oder viereckig kastenförmig und dann aus Platten von Eisen oder Ton zusammengesetzt, oder auch doppelwandig, d. h. ringförmig, wie z. B. zum Ausglühen von Draht in Ringen, wozu man zwei gußeiserne Zylinder so ineinander setzt, daß die Flamme durch den inneren und um den äußeren Zylinder geht, wodurch ein gleichmäßigeres Ausglühen des Drahtes erfolgt. Zum Ausglühen des Stahls etc. bei der Drahtfabrikation und kontinuierlichem Betriebe sind Retorten, ähnlich denjenigen der Gasanstalten, sehr empfehlenswert. — Die Glühgefäße sind während des Glühens sorgfältig durch Sandabschlüsse oder Lehmverschmierung gegen den Eintritt der Luft zu verwahren.

Ein zum Ausglühen kleiner Metallgegenstände dienender Muffelofen <sup>1)</sup> ist in Fig. 187 vor Augen geführt. Ein aus Grundplatte aaa,  $\Pi$ förmigem Aufsatz bb und Ansatzstück c mit Verschlussklappe d bestehende eiserne Muffel ruht auf einem Gewölbe gg und wird von Flammen umspült, welche sich in dem Feuerraum B entwickeln, durch die Kanäle eee und f nach oben steigen und dann durch die Füchse kk und den Abzugskanal K abziehen. Zwei Schieber n, n regeln den Abzug derart, daß die Muffel möglichst gleichmäßig erwärmt wird. Als Feuerung dient eine sogenannte Halbgasfeuerung mit Kohleneinwurf C, Schrägrost r, dessen Stäbe sich auf die Stange s stützen,

1) Ztschr. d. V. d. Ing. 1883, S. 544.

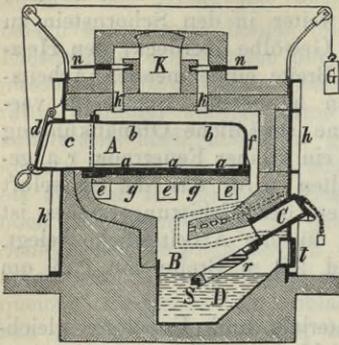


Fig. 187.

Aschenfall D und Arbeitstür t. Das Mauerwerk wird durch Seitenplatten h, h verankert, die Verschlussklappe d durch ein Gegengewicht G ausgeglichen. Das Einsetzen der auszuglühenden Gegenstände, z. B. Patronenkapseln erfolgt in Schalen aus gelochtem Eisenblech. — Bemerkenswert ist auch zum Ausglühen kleiner Gegenstände die Anordnung einer Drehscheibe mit vertikaler Achse, welche gleichmäßig durch ein Gasgebläse gedreht, an einer Stelle beladen und, nachdem die auszuglühenden Gegenstände das Gebläse passiert haben, an einer anderen Stelle entleert wird. — In einzelnen Fällen wird auch elektrischer Strom zum Ausglühen benutzt<sup>1)</sup>.

## II. Formgebende Werkzeuge.

Dasjenige Mittel, welches die Kraft von der Kraftquelle nach derjenigen Stelle des Arbeitsstückes führt, wo sie wirken, d. h. eine Bewegung hervorbringen soll, ist das Werkzeug (*Outil, Tool*), welches speziell formgebend genannt werden mag, wenn es eine Verschiebung der Körperteilchen gegeneinander (eine Deformation, die nicht bis zur Trennung geht) hervorbringt.

Sieht man zunächst von der Größe und der Art der Bewegung ab, so erkennt man bald, daß die Gestalt und Lage des Werkzeuges auf die Richtung der Kraft, also auch der Verschiebung von großem Einflusse sein muß.

Setzt sich ein Werkzeug mit einer ebenen Fläche ab, Fig. 188, auf, so wird es unter der Voraussetzung, daß es selbst eine zu dieser Fläche rechtwinklig stehende Bewegung hat, die Moleküle des Arbeitsstückes A in der eigenen Richtung vor sich herschieben, und dieses zunächst komprimieren, wenn es durch eine feste Unterlage L an der fortschreitenden Bewegung verhindert ist. Gleichzeitig wird aus S. 142 ausführlich entwickelten Gründen eine seitliche Ausweichung der Teilchen des Arbeitsstückes, also eine, wenn auch oft geringe, Flächenvergrößerung angestrebt. Diese Flächenvergrößerung wird sich jedoch verschieden äußern, je nachdem die umgebende Metallmasse sie zuläßt oder zu verhindern sucht. Ist die über die Ränder des Werkzeuges vorstehende Metallmasse gering, so wird letztere selbst an der Vergrößerung

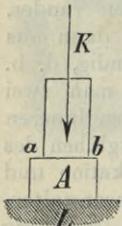


Fig. 188.

teilnehmen und dadurch das Ganze eine Verbreiterung erfahren. Findet diese Flächenvergrößerung an einer Stelle eines stabartigen Arbeitsstückes statt, so entsteht um den Stab herum eine Wulst (*Stauhen, Refouler, Jump, Sed-up*). Ist die Metallmasse aber so groß, daß ihr Widerstand ausreicht, diese Bewegung zu verhindern, so wird der komprimierte Teil einen anderen Ausweg suchen. Dieser besteht, wenn die Komprimierung stark genug war und das Arbeitsstück eine gewisse Dimension in der Richtung der Kompression (Dicke) nicht überschreitet, regelmäßig in dem Heraustreten aus der ursprünglichen Fläche, in der Bildung sogenannter Beulen, wie man leicht beim Schlagen mit einem Hammer auf ein Stück Blech erkennen kann. Während bei Anwendung einer ebenen

1) Stahl und Eisen 1892, S. 257. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1895, S. 493, 1002.

Werkzeugfläche, also nur in der Richtung der Dicke, eine Verminderung der Dimension stattfindet, tritt rechtwinklig dazu eine Dimensionsvermehrung ein. Beide Veränderungen werden in einem gewissen Verhältnisse zueinander stehen, welches sich sofort ändern muß, wenn die Richtung des Werkzeuges oder seine Aufsetzfläche sich ändert. Wie Fig. 189 ohne weiteres erkennen läßt, wird,

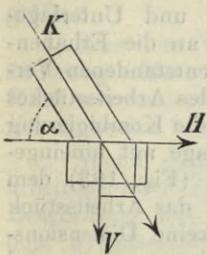


Fig. 189.

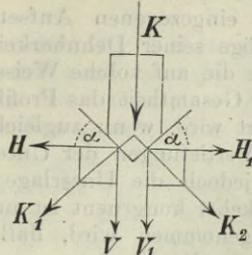


Fig. 190.

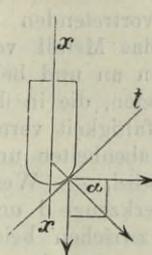


Fig. 191.

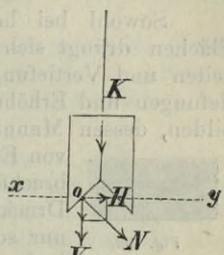


Fig. 192.

wenn das Werkzeug mit ebener Fläche unter einem Winkel  $\alpha$  sich aufsetzt, eine Zerlegung der Kraft eintreten, so daß nunmehr nur noch  $V = K \sin \alpha$  zur Kompression, dahingegen ein Teil der Kraft  $H = K \cos \alpha$  zur Seitwärtsverschiebung verwendet wird. Dieser Erfolg aber bleibt offenbar derselbe, wenn das Werkzeug eine um den Winkel  $\alpha$  abgeschrägte Aufsetzfläche besitzt, und tritt nach beiden Seiten ein, wenn zwei schräge Flächen angebracht werden, Fig. 190. Die Kraft  $K$  zerlegt sich in die zwei Kräfte  $K_1$  und  $K_2$ , die, wenn das Werkzeug symmetrisch ist, gleich sind. Diese Kräfte erzeugen sodann längs der Werkzeugfläche an jeder Seite und an jedem Punkte vertikale und horizontale Einzelkräfte, deren Resultierende

$$V = K_1 \cos \alpha \text{ und } V_1 = K_2 \cos \alpha,$$

$$\text{sowie } H = K_1 \sin \alpha \text{ und } H_1 = K_2 \sin \alpha$$

sind. Die beiden ersteren bewirken eine Kompression und die beiden letzteren ein Auseinanderziehen (Strecken, Etirer, *Drawing*).

Ist die Aufsetzfläche des Werkzeuges abgerundet, Fig. 191, so findet desgleichen eine Zerlegung der Kraft statt und zwar nach dem Winkel  $\alpha$ , den die geometrische Tangente  $t$  mit der Achse  $xx$  des Werkzeuges einschließt. Da dieser Winkel sich allmählich ändert, so ist die Größe der Horizontalkraft und Vertikalkraft an den einzelnen Punkten verschieden; die Wirkung einer zylindrischen Aufsetzfläche besteht auch in einer Komprimierung und Streckung nach zwei Richtungen. — Ist die Aufsetzfläche eine kugelige, so tritt ebenfalls mit einer Komprimierung eine Streckung aber nach allen Richtungen zugleich ein.

Aus dieser Wirkung von vier Aufsetzflächen: der ebenen, keilförmigen, zylindrischen und kugelförmigen ist ohne weiteres die Wirkung anderer konvexer Aufsetzflächen herzuleiten, da sie immer nur Kombinationen jener sind. Desgleichen ist leicht begreiflich, daß wenn die Unterlage, welche den Druck aufnimmt, nicht wie vorausgesetzt wurde ebenflächig und normal zur Druckrichtung, sondern dem drückenden Werkzeuge ähnlich oder kongruent profiliert ist, dieselbe Wirkung haben muß und demnach diejenige des Druckmittels unterstützt.

Ist das Werkzeug an der Aufsetzfläche dahingegen nicht hervortretend sondern eingezogen profiliert, so findet eine solche Verlegung der Normalkraft

statt, daß der nach innen tretende Anteil derselben eine Zusammendrückung bewirkt, die ihrerseits wieder in seitlicher Richtung eine Streckung hervorruft, während eine Flächenvergrößerung in der Richtung  $xy$ , Fig. 192, von dem Werkzeuge selbst verhindert wird, gleichviel ob der Querschnitt keilförmig, zylindrisch oder kugelförmig ist. — Auch in diesem Fall kann eine ähnliche Gestalt der Unterlagen die Wirkung unterstützen.

Sowohl bei hervortretenden als eingezogenen Aufsetz- und Unterlage-Flächen drängt sich das Metall vermöge seiner Dehnbarkeit an die Erhabenheiten und Vertiefungen an und behält die auf solche Weise entstandenen Vertiefungen und Erhöhungen, die in ihrer Gesamtheit das Profil des Arbeitsstückes bilden, dessen Mannigfaltigkeit vermehrt wird, wenn zugleich die Kombinierung von Erhabenheiten und Vertiefungen der Unterlage mit hineingebracht wird. — Wenn jedoch die Unterlage  $u$  (Fig. 193) dem Druckwerkzeuge  $d$  umgekehrt kongruent ist und das Arbeitsstück nur so zwischen beide genommen wird, daß keine Dimensionsänderungen, sondern allein Profiländerungen eintreten, so wird mittelst der beiden arbeitenden Teile lediglich nur ein Anlegen an das Profil d. h. eine Biegung hervorgebracht (Biegen, Courber, Bend).



Fig. 193.

Um nunmehr ein Werkzeug der oben beschriebenen Art zur Wirkung zu bringen, ist vor allen Dingen eine ausreichende Kraft erforderlich, deren Größe sich lediglich zu richten hat: nach der Dehnbarkeit des Metalles, nach der Größe der Formänderung, die vorgenommen werden soll, und nach dem sich hierbei einstellenden Widerstande.

Die Größe der Formänderung wird bemessen durch die Größe der Aufsetzfläche des Werkzeuges und die Länge einer jedesmaligen Bewegung. Sie ist also offenbar als mechanische Arbeit aufzufassen, deren Kraftfaktor der Widerstand und deren Wegfaktor die Bewegungsgröße des Werkzeuges ist. Da angenommen werden kann, daß der Widerstand proportional der Fläche ist, so wird, gleiche Bewegungsgröße des Werkzeuges vorausgesetzt, die Kraft mit der Aufsetzfläche proportional wachsen und abnehmen. — In einem anderen Verhältnisse steht die Kraft zu dem Wege des Werkzeuges. Sie wächst nämlich hierbei nicht nach einer einfachen Proportion, sondern nach einem steigenden Verhältnisse, so daß das Produkt aus dem anfänglichen Widerstande in den Weg noch mit einem Koeffizienten zu multiplizieren ist, der größer als 1. Die zu einer bestimmten Formänderung aufzuwendende Arbeit ist übrigens noch von anderen Faktoren z. B. der Gleichförmigkeit der Masse, dem Wärmezustande des Arbeitsstückes usw. abhängig und läßt sich demnach ihrer Größe nach nur von Fall zu Fall ermitteln. Nur wenn zwei geometrisch ähnliche Körper von gleicher materieller Beschaffenheit unter gleichartiger Einwirkung äußerer Kräfte eine Formänderung auf Grund ihrer Bildsamkeit in der Weise erfahren, daß sie stets einander geometrisch ähnlich bleiben, unterliegen die Arbeitsgrößen einem bestimmten Gesetze<sup>1)</sup>, welches heißt: „Die Arbeitsgrößen, welche zu übereinstimmender Formänderung zweier geometrisch ähnlicher und materiell gleicher Körper erfordert werden, verhalten sich wie die Volumen oder Gewichte dieser Körper.“ Nimmt man bei der Arbeit gleiche Wege an, so wird folgende Form für dieses Gesetz gewonnen: „Die Drucke oder Pressungen, welche zur übereinstimmenden Formänderung zweier geometrisch ähnlichen und materiell gleichen Körper erfordert werden, verhalten sich wie die korrespondierenden Querschnitte oder die Oberflächen dieser Körper.“ Geht man ferner von der Voraussetzung

<sup>1)</sup> Kick, Das Gesetz von den proportionalen Widerständen. Leipzig 1885.

aus, daß einer der Vergleichskörper das Einheitsgewicht = 1 kg besitzt, so gelangt man zu folgender, dritten Form dieses Gesetzes: „Körper bestimmten Materials und bestimmter Form bedürfen zu einer bestimmten Formänderung oder Teilung einer Arbeitsgröße, welche gleich ist dem Produkte aus dem Körpergewichte und der für die Gewichtseinheit desselben Materiales bei geometrisch ähnlicher Grundform und übereinstimmender Formänderung benötigten Arbeitsgröße.“

Aus dem Verhalten der Körper gegenüber der in Rede stehenden Formänderung erklärt es sich auch, weshalb man bei kleinen Aufsetzflächen geringere Kraft verwendet oder bei vorhandener geringer Kraft kleine Aufsetzflächen, beziehungsweise kleine Bewegungsgrößen wählt.

Wenn daher so große Flächen bearbeitet werden müssen, daß die Bearbeitung aller Teile nicht auf einmal vorgenommen werden kann, so ist diese Bearbeitung nur möglich durch Wiederholung einer gewissen Arbeitsquantität oder Arbeitseinheit, und zwar entweder in sehr bemerkbaren Intervallen oder ohne bemerkbare Intervallen (kontinuierlich), wobei ferner entweder das Arbeitsstück festliegen und das Werkzeug sich entsprechend vorbewegen, oder das Arbeitsstück sich dem Werkzeuge nähern, oder beides zugleich eintreten kann.

Die Kraft selbst kann desgleichen in verschiedener Art zur Anwendung gebracht werden: als stoßende, schlagende mit plötzlichem Einflusse, als drückende oder ziehende mit langsamer Wirkung. Im ersten Fall tritt die Bearbeitung mit sehr bemerkbaren Intervallen ein, im letzteren Fall dahingegen ist sie stetig. — Mehrere Gründe sprechen entschieden für die drückende oder ziehende Kraft. Vornehmlich ist es der Zeitgewinn und der geringe Arbeitsverlust, welche diese Art der Kraftanwendung auszeichnet. Die Stetigkeit der Formänderung fördert nicht nur die Arbeit an und für sich rascher, sondern sie hat in allen Fällen, wo eine Erhitzung des Materials die Arbeit unterstützt, den Vorteil während einer Erhitzung (Hitze, Chaude, *Heat*) eine größere Formänderung zu bewirken, also an Hitzen, demnach an Brennmaterial, Abbrand, Zeit und Transport zu sparen. Mit Ausnahme weniger Fälle bedarf aber diese Art der Kraftanwendung größerer und sowohl in der Herstellung als im Betriebe kostspieliger Anlagen. — Die stoßende Kraft dahingegen verbraucht wegen der Zeiträume, die zwischen den einzelnen Schlägen liegen, mehr Zeit, daher mehr Hitzen, Abbrand und Transport-Arbeit, um dieselben Erfolge zu erzielen, und führt außerdem noch einen bedeutenden Arbeitsverlust durch den Stoß herbei. Sie kann aber im allgemeinen mit geringeren Hilfsmitteln ohne große und teure Anlagen hervorgebracht werden. In vielen Fällen jedoch werden auch, trotz der Nachteile, zur Erlangung der Stoßkraft große Anlagen gemacht. Weil man mit Hilfe stoßender Massen gewisse Arbeiten aufs bequemste ausführen kann, so wird die Stoßwirkung ebenso oft angewendet als die Druckwirkung.

Die Gewalt eines Schlages ist zu bemessen nach der lebendigen Kraft  $\frac{Mv^2}{2}$ , welche eine Masse  $M$  besitzt, die sich mit der Geschwindigkeit  $v$  bewegt.

Sie ist demnach nur durch eine bewegte Masse zu erzeugen und proportional dieser Masse sowie dem Quadrate ihrer Geschwindigkeit. Aus dieser bekannten Beziehung folgt die Tatsache, daß mit einer kleinen Masse dennoch ein kräftiger Schlag ausgeübt werden kann, wenn man ihr nur die entsprechende Geschwindigkeit erteilt. Diese Tatsache ist hier deshalb von großer Wichtigkeit, weil man, ohne zu bedeutenden mechanischen Mitteln zu greifen, leichter imstande ist, geringerer Masse eine bedeutende Geschwindigkeit zu geben, als große Massen in Bewegung zu setzen. Außerdem ist noch zu berücksichtigen, daß

in der Regel die stoßende Masse sich in der Richtung der Schwerkraft bewegt und daher auch durch diese noch eine weitere Beschleunigung erfährt.

Das formgebende Werkzeug kann nun entweder selbst in Bewegung gesetzt werden und durch die aufgenommene lebendige Kraft die formändernde Wirkung ausüben, oder es kann auf dem Arbeitsstücke stehen und die Gewalt einer anderen stoßenden Maße auf das letztere übertragen.

## A. Hammer und Amboß.

### 1. Hammer und Amboß.

Sei es nun, daß die stoßende Masse das Werkzeug selbst ist oder daß sie nur eine gewisse lebendige Kraft auf ein anderes Werkzeug übertragen soll: in beiden Fällen erhält sie die Bewegung entweder durch die Arbeiterhand oder eine Elementarkraft. Zur Bewegung mit der Hand bedarf die Masse zum bequemen Halten einer Handhabe, welche gewöhnlich aus einem Stiele, selten aus einem ringartigen Griffen besteht. Diese Verbindung bildet das Werkzeug, welches kurzweg Hammer (Marteau, *Hammer*) genannt wird und nicht nur durch die verschiedene Gestaltung, sondern auch durch den Gebrauchswechsel eines der wichtigsten Werkzeuge ausmacht.

Der Hammer ist ein prismatisches Eisen- oder Stahlstück, welches zwei genügend harte Aufsetzflächen besitzt und mit einem, gehörig mit Keilen befestigten, durch den Schwerpunkt gehenden Stiel versehen ist. Die Aufsetzfläche nennt man die Bahn (Table, *Face*), wenn ihre Größe beträchtlich und ihre Gestalt daher ganz oder beinahe quadratisch oder kreisförmig ist; sie heißt dagegen Finne (Pinne, Panne, *Pane*), wenn sie im Verhältnisse zur Länge schmal ist.

Gewöhnlich besitzt der Hammer eine Bahn *a* und eine Finne *b*, Fig. 194. Die Bahn ist quadratisch oder rund und etwas konvex, selten ganz eben oder konkav; in einzelnen Fällen ist sie



Fig. 194.

zylindrisch, kugelförmig, auch oval und viereckig, mit abgenommenen Ecken (Seckig). Die Finne ist in der Regel ein Zylinderabschnitt, der rechtwinklig zum Stiele steht. Nur vereinzelt kommen Finnen mit ebener Fläche, linienartig, in der Länge konkav gekrümmt und parallel zum Stiele vor. — Die Größe der Hämmer

liegt dem Gewichte nach zwischen 0,1 und 10 kg. Die Hämmer bis zum Gewichte von etwa 2,5 kg werden mit einer Hand regiert und zwar an ovalen bis 0,4 m langen Stielen. Die größeren im Gewichte von 3 bis 10 kg haben einen etwa 0,8 m langen Stiel, um mit zwei Händen bequem geführt werden zu können.

Je nach Größe, Gestalt, Bestimmung und Führung besitzen übrigens die Hämmer verschiedene Namen, deren wichtigste (abgesehen von den Hämmerchen der Uhrmacher, Gold- und Silberarbeiter etc.) hier zusammengestellt werden mögen:

Schmiedehammer 1 bis 1,5 kg (Handhammer, Bankhammer, Marteau d'établi, M. à main, *Bench-hammer Hand-hammer*); 3 bis 10 kg (Zuschlaghammer, Vorschlaghammer, M. à deux mains, *Sledgehammer*). Steht die Finne parallel zum Stiele, so heißt der Hammer Kreuzschlag.

- Abschlichthammer, Planierhammer** (M. à planer, *Planishing-hammer*). Zwei wenig konvexe Bahnen, entweder kreisrund, quadratisch oder länglich viereckig.
- Abpinnhammer, Abbindhammer.** Zwei schmale, abgerundete quer gegen den Stiel stehende Finnen.
- Aufziehhammer, Schweifhammer.** Zwei lange, abgerundete, quer gegen den Stiel stehende Finnen.
- Büchseniekenhammer.** Zwei schmale, quer gegen den Stiel stehende Bahnen, mit je einer zylindrischen Rinne.
- Finnhammer, Aufziehhammer.** Eine kreisrunde, etwas konvexe Bahn mit einer zylindrischen Finne.
- Flächenhammer.** Zwei flache, quadratische oder kreisförmige Bahnen.
- Glanzhammer, Polierhammer** (M. à polier, *Polishing-hammer*). Eine flach kugelförmige Bahn.
- Gleichziehhammer, Spannhammer** (M. à dresser, *Stretching-hammer*). Eine oder zwei kreisförmige, sehr flache Bahnen.
- Schärfehammer.** Zwei gerade Finnen, die eine stumpfschneidig, die andere flach.
- Schlichthammer, Ausschlichthammer.** Eine stark gewölbte Bahn.
- Siekenhammer** (M. à soyer, M. à suage, *Seam-hammer, Creasing-hammer*). Zwei abgerundete, quer gegen den Stiel stehende Finnen.
- Tellerhammer, Fußhammer, Krughammer** (M. à bouge, *Chasing-hammer, Swelling-hammer*). Zwei zylinderartig abgerundete, quer gegen den Stiel stehende Bahnen.
- Treibhammer, Tiefhammer, Knopfhammer** (M. à emboutir, *Chasing-hammer*). Zwei konvex halbkugelige Bahnen.

Mitunter gebraucht auch der Metallarbeiter Hämmer aus weicherem Material, um bei deren Anwendung entweder bereits vorhandene Ausarbeitungen möglichst zu schonen (Montierhammer (Masse pour le montage), oder um z. B. bei dünnen, weichen Metallen (Blechen), die sonst durch das Schlagen entstehende Härte (Hartschlagen, Ecrouissement, *Hammer-hardening*) zu vermeiden. Dann werden die Hämmer (Schlägel, Maillet, *Mollet*) aus hartem Holze (Buchsbaum, Pockholz, Weißbuchen, Kornelkirsche) oder Horn, gepreßten Lederstücken, Elfenbein oder endlich aus weichen Legierungen (weicher Bronze, Messing, Zinn mit Blei etc.) hergestellt.

In sehr wenigen Fällen ist das Arbeitsstück so beschaffen, daß es ohne Unterlage mit dem Hammer bearbeitet werden kann. In anderen Fällen dient (wie oben näher gezeigt) die Unterlage als Gegenwerkzeug sogar mit zur Formgebung. Deshalb gehört zum Hammer eine Unterlage, deren Hauptzweck immer in einer Unterstüztung des Arbeitsstückes und in der Aufnahme der lebendigen Kraft des Hammers, soweit diese nicht zur Formänderung verwendet wird, besteht und im allgemeinen Amboß (Enclume, *Anvil*) genannt wird. — Damit der Amboß eine sichere Lage hat und durch die Aufnahme der schnell aufeinanderfolgenden Stöße nicht ins Schwanken gerät, ist zunächst sein Gewicht in ein bestimmtes Verhältnis zum Gewichte des Hammers zu bringen, sodann seine Aufstellung möglichst stabil zu machen. Zu seiner Herstellung ist ein Material zu wählen, welches außer großer Dauerhaftigkeit einen gewissen Grad von Elastizität besitzt, damit die Schläge womöglich auf den Hammer so zurückwirken, daß sie dem Arbeiter das Aufheben desselben erleichtern.

Das Gewicht des Amboßes ist stets größer als das Gewicht des darauf fallenden Hammers. Wenn bei Uhrmachern, Kleinmechanikern usw. das Ge-

wicht daher oft kaum 0,5 kg beträgt, so steigt dasselbe zum Gebrauche für Schlosser und Schmiede (Schmiedeambose) von 40 bis 300 kg. Kleinere Ambosse kommen beim Nagelschmied (20—40), Feilenschmied (50—100 kg) usw. vor.

Der Hauptkörper des Ambosses wird in der Regel aus Schmiedeeisen hergestellt und zum Zwecke der entsprechenden Härte und Elastizität mit einer 10 bis 30 mm dicken, gehärteten und gelb angelassenen Stahlplatte belegt. Diese Platte bildet zugleich mit der Oberfläche die Bahn (Amboßbahn, Table, Face), die bei den größeren Ambossen länglich viereckig, bei den kleineren quadratisch, in anderen Fällen rund, elliptisch, länglich, spitz zulaufend usw. geformt und selten ganz eben, gewöhnlich etwas konvex ist. — Kleine Ambosse stellt man oft ganz aus Stahl her. — Die Verwendung des Gußeisens ist nur zulässig, wenn die Bahn aus Hartguß oder aus einer dicken Stahlplatte gebildet wird.

Je nach der Größe des Ambosses ist die feste Anbringung derselben verschieden. Kleine Ambosse, Fig. 195, haben eine pyramidale Verlängerung a (Angel), mit welcher sie in den Werkstisch oder einen aufrecht stehenden Holzklötz eingesteckt werden oder sind mit einer Schraubzwinge wie bei einem kleinen

Schraubstocke versehen. Größere Ambosse, Fig. 196, werden standfest genug, wenn die untere Fläche etwas verbreitert und so ausgehöhlt wird, daß nur die vier Ecken aufruhen. Gegen das seitliche Verschieben wird dann noch in der Amboßunterlage B (Amboßstock, Chabotte, Stock) ein eiserner Zapfen b eingeschlagen, der in eine entsprechende Öffnung des Ambosses paßt. Als Amboßstock, welcher angebracht werden muß,



Fig. 195.

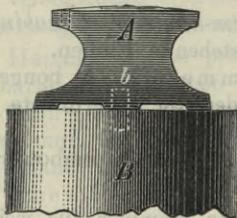


Fig. 196.

damit der Amboß in einer bequemen Höhe steht, dient ein starker Holzklötz, der oft 1,5 bis 2 m lang ist und in die Erde eingegraben wird.

Dieser gewöhnliche Schmiedeamboß und die kleinen Ambosse mit ihren flachen viereckigen Bahnen sind für viele Arbeiten zu unbequem und darum

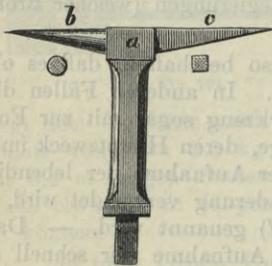


Fig. 197.

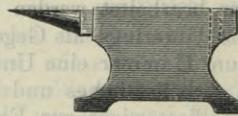


Fig. 198.



Fig. 199.

oft durch andere amboßähnliche Werkzeuge zu ersetzen. — Dazu gehört zunächst das Sperrhorn (Sperrhaken, Bigorne, *Beak-iron*), Fig. 197, ein kleiner würfelförmiger Amboß a mit zwei seitwärts angebrachten Verlängerungen (Hörner, Bec, Corne, *Beak*) b und c, wovon b im Querschnitte rund, c viereckig ist. — Sehr oft sitzen auch solche Hörner an dem kleinen Amboß Fig. 195 und am Schmiedeamboß, der dann Hornamboß genannt wird: Fig. 198.

Beim Kupferschmied heißt der Amboß: Hammeramboß, Schlagstock; der in Fig. 195 dargestellte Amboß führt auch den Namen Schlagstöckchen. — Der Liegamboß ist eine an beiden Enden aufwärts gebogene Stange, deren aufgebogene Teile die Ambosse ersetzen. — Wenn die Ambosse Bahnen haben, welche zur Ausbildung der Form wesentlich beitragen sollen und demnach mit den verschiedenen gestalteten Hämmern S. 150 korrespondieren, so werden sie gewöhnlich Stock (Tas, *Stake*) genannt, Treibstock oder Polierstock (Tas à planer, *Planishing-stake*) sind glatte oder polierte Schlagstöckchen. Bei der Benutzung der Stöcke ist ein häufiges Auswechseln unvermeidlich, welches oft durch das Einspannen in den Schraubstock vorgesehen wird. Sehr zweckmäßig ist aber für eine größere Anzahl Stöckchen ein besonderer Träger, der auch geeignet ist, das Stöckchen in Vertiefungen einzuführen. Fig. 199 stellt einen solchen Träger (Einsatzisen, Geißfuß, Pied de biche, *Horse*) dar. Derselbe besteht aus dem Schaft mit der Angel, dem Ambosse und dem Stöckchenhalter.

Hat das Sperrhorn ein spitz konisches und ein stark verjüngtes Horn, so heißt es Schweifstock oder Schweifhorn.

## 2. Mechanische Hämmer<sup>1)</sup>.

Da die Größe der Formänderung eines Arbeitsstückes von der lebendigen Kraft abhängt, die (mit einem stoßenden Werkzeuge) bei derselben verwendet wird, so hört bei einer gewissen Grenze die Möglichkeit, eine genügende Formänderung durch den von einem Menschen geschwungenen Hammer hervorbringen, auf; da ferner bei z. B. den Vorschlaghämmern beide Hände eines Arbeiters allein zur Führung des formgebenden Werkzeuges in Tätigkeit sind, so ist ein zweiter Arbeiter zum Halten des Arbeitsstückes notwendig, wenn dieses, wie gewöhnlich geschieht, dem Werkzeuge zugeschoben wird; und da es endlich dem Arbeiter auch mit dem einfachen Handhammer sehr schwer wird, genau und vorschriftsmäßig eine Stelle zu treffen: so ist es erklärlich, weshalb man in vielen Fällen mechanische Vorrichtungen zur Bewegung der Hammermasse anwendet, da man mit denselben nicht nur eine bequemere Ausnutzung der Menschenkraft, sondern auch die Verwendung anderer Kräfte und eine sichere Führung des Werkzeuges ermöglicht.

Diese mechanischen Hämmer können entweder den gewöhnlichen Handhämmern nachgebildet, d. h. mit einem seitwärts stehenden Stiele versehen sein, der einen festen Drehpunkt hat, welcher dem Armgelenk des Arbeiters entspricht, und wodurch der Hammer eine Bogenbewegung ausführt; oder sie können feste Leitungen besitzen, in welchen sie zum Gleiten in einer geradlinigen Bahn gezwungen werden. Die ersteren heißen Stielhämmer, Hebelhämmer (*Marteau à levier, Lever-hammer*), die letzteren Rahmenhämmer, Gleichhämmer (*Marteau pilon, Stamp-hammer*). — Die Bahn eines Stielhammers kann wegen der Kreisbewegung nur in einer Lage parallel mit der Amboßbahn sein, während dahingegen die Bahn eines Rahmenhammers stets sich und der Amboßbahn parallel bleibt. Hiernach ist die Einteilung der mechanischen Hämmer in Winkelhammer und Parallelhammer um so mehr gerechtfertigt, als z. B. eine Stopfbüchsenführung doch wohl nicht eine Rahmenführung genannt werden kann.

<sup>1)</sup> Hauer, J. von, Hüttenwesenmaschinen. Wien 1867, S. 153. — Weißbach, Lehrbuch der Ingenieure und Maschinen-Mechanik. T. 3, S. 1227. — Fischer, Werkzeugmaschinen. 2. Aufl. Berlin 1905. — Dinglers Journ. 273, 11; 288, 48; 289, 294; 297, 295; 299, 145.

a) Winkelhämmer. Das Charakteristische eines Winkelhammers ist ein Hammer (Hammerkopf, Tête, *Hammer-head*) mit seitwärts stehendem Stiele (Helm, Hammerhelm, Manche, *Shaft, Helve*), mit dem er um einen horizontalen Zapfen bewegt wird. — Je nach dem Angriffspunkte der Kraft unterscheidet man:

Stirnhammer (Marteau frontal, *Front-hammer*), wenn der Angriffspunkt am Hammerkopf oder etwas über demselben hinaus liegt.

Brusthammer (Aufwerfer, Marteau à soulèvement, *Lift-hammer*), wenn der Angriff zwischen dem Hammerkopf und dem Drehzapfen erfolgt und

Schwanzhammer (Marteau à queue, Martinet, *Tilt-hammer, Tail-hammer*), wenn der Angriffspunkt jenseits des Drehzapfens sich befindet.

In den beiden ersten Fällen ist der Stiel demnach ein einarmiger, beim Schwanzhammer ein zweiarmiger Hebel.

Die Bewegung der großen Winkelhämmer wird fast ausschließlich durch Wasserräder (Wasserhämmer), seltener durch eine Dampfmaschine hervorgerufen, und zwar im ersten Fall vermittelt einer Welle (Hammerwelle) mit Daumen oder Hebeköpfen (Cames, Poncets, *Arms, Knobs*), die an einem Ringe (Wellkranz) der Welle sitzen und an entsprechender Armierung (Streichblech) des Hammerhelms angreifen.

Beim Aufwerfen eines solchen Hammers ist es sehr zweckmäßig, zur Verkürzung der Schlagdauer die Hammerbewegung sofort, nachdem der Helm von dem Daumen verlassen wird, zu hemmen und zwar durch eine Prellvorrichtung (Reitel, Rabat, Rabbit, *Recoil, Spring-beam*), die federnd nachgibt und dadurch zugleich die aufgenommene lebendige Kraft wieder durch Zurückwerfen des Hammers nützlich verwertet. Der Reitel ist entweder ein über dem Helm liegender elastischer Balken oder eine passend, z. B. beim Schwanzhammer unter dem Schwanz, angebrachte Feder. — Zur bequemen Anbringung der Zapfen sitzt auf dem Helm ein Ring (Hammerhülse, Bogue, Hurasse, *Hirst, Helvering*), der an den zwei gegenüberliegenden Seiten die Zapfen (gewöhnlich Kugelnzapfen oder Spitzzapfen) trägt.

Ein besonderes Gewicht ist auf eine gute Anordnung des Ambosses zu legen. Derselbe besteht in der Regel aus zwei Stücken, dem eigentlichen Ambosse aus Schmiedeeisen mit verstärkter Bahn und der Chabotte (Chabotte, *Anvils bed, Anvil-block*) aus Gußeisen, in welche der Amboß mit einem Schwalbenschwanz eingeschoben und festgekeilt wird. Die Chabotte findet sodann wieder in dem Amboßstocke ihre Befestigung, der zur Vermeidung von Bodenerschütterungen nicht nur tief in die Erde hineingehen, sondern auch von dem Teile, der den Hammer aufnimmt (Hammergerüst, Ordon, *Hirst-frame*), getrennt sein soll.

Der Hammerkopf wird aus Gußstahl hergestellt und je nach seiner Bestimmung mit einer zylindrischen, flachen oder kugeligen Bahn versehen. Sein Gewicht ist sehr verschieden und liegt zwischen 30 und 300 kg. Dergleichen richtet sich die Zahl der Hube nach Konstruktion, Zweck und Gewicht, wie folgende kleine Tabelle beweist.

	Gewicht in kg	Zahl d. Schläge p. M.	Hubhöhe in m.
Schwanzhammer	50 bis 300	100 bis 400	0,15 bis 0,5
Aufwerfhammer	200 „ 700	80 „ 100	0,5 „ 0,6
Stirnhammer	3000 „ 7000	40 „ 70	0,3 „ 0,45.

Die Winkelhämmer sind mit Ausnahme des Schwanzhammers fast nur noch bei der Darstellung des Eisens, zum Luppenschmieden, Zängen etc. im Gebrauche.

Wenn zwar auch der Schwanzhammer in seiner althergebrachten Bauart immer mehr und mehr durch mechanisch vollkommeneren Hämmer verdrängt wird, so ist doch seine Anwendung, namentlich in wasserkraftreichen Gegenden, noch für die weitere Verarbeitung von Bedeutung. Daher folgt hier eine Beschreibung desselben mit Hilfe der Fig. 200. Der Hammerkopf K sitzt auf dem Helm H, der in dem Gestelle bei G um Spitzzapfen schwingt und zwar infolge des Aufschlagens von Däumlingen d, die auf einer Scheibe oder Welle sitzen, die eine Drehbewegung von einer Elementarkraft und durch ein Schwungrad S die entsprechende Regelmäßigkeit erhält. Das Gestell ist aus Gußeisen und auf ein Balkenfundament F gelegt, vor dem sich dann die Chabotte B mit dem Ambosse A befindet. Als Prellvorrichtung ist ein elastischer Puffer bei e angebracht, gegen den das Helmende schlägt. — Die Absicht, den Schwanzhammer durch eine Dampfmaschine und Transmission in Betrieb zu setzen, hat eine große Zahl Konstruktionen hervorgerufen<sup>1)</sup>. Sowohl oszillierende und stillstehende Maschinen, als auch Riemenbetrieb sind zur Anwendung ge-

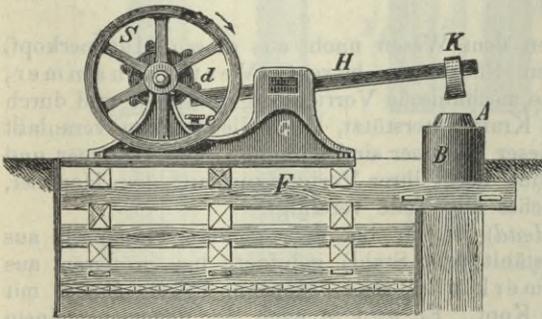


Fig. 200.

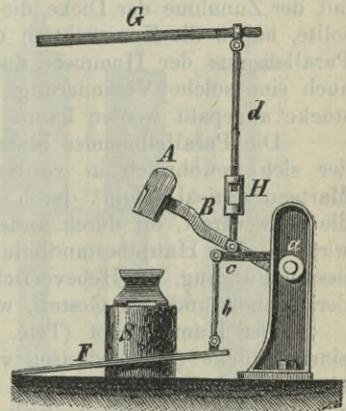


Fig. 201.

kommen. — Eine Einrichtung bezweckt besonders den Ersatz eines Zuschlägers beim Schmieden und ist so angeordnet, daß der Hammer nicht nur unter beliebigem Winkel gegen die Amboßfläche gestellt, sondern auch um eine vertikale Achse zur Bedienung einer Anzahl im Kreise stehender Ambosse gedreht werden kann (Dampfzuschläger, Frappeur à vapeur, Steam-striker)<sup>2)</sup>. Für kleinere Gegenstände und in dem Fall, wo ein Arbeiter sowohl die Schläge ausführen als das Arbeitsstück halten und schieben muß, hat man die Winkelhämmer zum Treten eingerichtet (Tritthammer, Fußhammer, Oliver) und zwar gewöhnlich so, daß der Hammer durch eine Feder gehoben und durch einen Fußtritt niedergeschneit wird. Diese Hämmer sind namentlich deshalb höchst zweckmäßig, weil der Hammerkopf immer genau auf eine Stelle fällt.

In Fig. 201 ist ein solcher Hammer in seiner einfachsten Konstruktion dargestellt. Der Hammer A sitzt an dem Stiele B, der mit einer horizontalen Querachse verbunden ist, welche sich zwischen Fußspitzen a oder mit Zapfen in

1) Polyt. Zentralbl. 1870, S. 247; 1872, S. 1334. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1886, S. 544. — Dinglers Journ. 238, 289; 240, 428. — 2) Polyt. Zentralbl. 1873, S. 1134. — Engineering 1873, S. 182. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1873, S. 522. — Hoyer, Ausstellungsbericht S. 15. — Dinglers Journ. 272, 573.

Lagern dreht. An derselben Achse sitzt noch ein Hebel *c*, der zwei Stangen aufnimmt: eine *b*, welche den Hebel mit dem Fußtritte *F* und die zweite *d*, die denselben mit einer an der Decke sitzenden Holzfeder *G* verbindet. In dieser Stange *d* ist außerdem noch eine Schraubenstellung *H* angebracht, um die Federkraft der Feder *G* zu regulieren. Als Amboß wird ein gewöhnlicher Schmiedeamboß mit Amboßstock *S* verwendet. — Abänderungen dieses Hammers, dessen Wirkung sehr gerühmt wird, bestehen namentlich in der Verwendung von Stahlfedern, die dann gewöhnlich in dem Gestelle angebracht sind<sup>1)</sup>. —

Sehr beachtenswert erscheinen kleine Schwanzhämmer mit Parallelführung des Hammers, Hubverstellung und Exzenter-Antrieb<sup>2)</sup>.

b) Parallelhammer. Nicht allein der bei den Winkelhämmern vorhandene Umstand, daß es zwischen Hammer und Amboßbahn nur eine Stellung gibt, bei der zwei Auflegetflächen des Arbeitsstückes parallel bearbeitet werden können, sondern auch die beschränkte unveränderliche Hubhöhe, wodurch die Winkelhämmer nicht zur Bearbeitung dicker Gegenstände geeignet sind, weil mit der Zunahme der Dicke die Hubhöhe abnimmt, was gerade umgekehrt sein sollte, haben die Konstruktion derjenigen Hämmer veranlaßt, welche, außer dem Parallelismus der Hammer- und Amboßbahn in jeder Stellung, in der Regel auch eine solche Veränderung der Hubhöhe zulassen, daß diese dem Arbeitsstücke angepaßt werden kann.

Die Parallelhämmer bestehen dem Wesen nach aus einem Hammerkopf, der sich gewöhnlich in vertikalen Führungen bewegt (Vertikalhammer, *Marteau vertical*, *Ram*), durch eine mechanische Vorrichtung gehoben und durch die Schwerkraft, oft durch andere Kraft unterstützt, zum Niederfallen veranlaßt wird. — Die Hauptbestandteile dieser Hämmer sind demnach: der Hammer und dessen Führung, die Hebevorrichtung nebst ihrer Verbindung mit dem Hammer, der Amboß und das Gestell, welches alle Teile vereinigt.

Der Hammerkopf (*Tête*, *Head*) ist nur bei den kleinen Hämmern aus einem Stücke (Schmiedeeisen verstäht oder Stahl) gebildet, bei größeren aus einem gußeisernen Klotze (Hammerklotz, *Bär*, *Mouton*, *Pilon*, *Block*) mit eingeschobenem und festgeklebtem Kopf. Er wird je nach der Größe an einem oder an zwei Führungslinien (Rahmen) oder nur in einer Art Stopfbüchse geführt.

Das Heben des Parallelhammers ist entweder eine Dampfmaschine, welche über oder unmittelbar neben dem Hammerklotze steht und direkt mit ihm verbunden ist, oder eine Transmission, weshalb man hiernach die Hämmer wieder in Dampfhammer und Transmissionshämmer einteilen kann.

Der Dampfhammer (*Marteau à vapeur*, *Steam-hammer*<sup>3)</sup> ist nicht nur für größere Umformungsarbeiten unentbehrlich, sondern auch für kleinere Arbeiten von der größten Wichtigkeit geworden. Ursprünglich von Nasmyth in der einfachsten Weise konstruiert, nämlich durch direkte Verbindung des

1) Dingers Journal 281, 277. — 2) Deutsche Ind.-Zeitung 1885, S. 405. —

3) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1858, S. 119, 307; 1860, S. 1, 6, 40, 110; 1863, S. 204, 525; 1866, S. 351, 622; 1867, S. 211; 1873, S. 483; 1877, S. 169; 1886, S. 544; 1890, S. 1386; 1891, S. 880; 1892, S. 694; 1893, S. 1780; 1902, S. 46; 1903, S. 1781. — Prakt. Masch.-Konstr. 1868, S. 215, 230; 1869, S. 114, 326, 345, 357; 1876, S. 232; 1879, S. 241; 1880, S. 427; 1881, S. 30, 154; 1883, S. 202; 1884, S. 46, 185; 1901, S. 175. — Hütte 1882, T. 13; 1863, T. 2; 1864, T. 14; 1866, T. 23; 1868, T. 30; 1869, T. 20. — Wiebe, Skizzenbuch 1865, H. 2; 1867, H. 5; 1870, H. 4; 1872, H. 2. — Killer, Dampfhammer. Graz 1871. — Dingers Journ. 178, 81; 182, 440; 184, 226; 189, 93; 195, 97; 199, 350; 225, 36; 226, 549; 227, 339; 229, 408, 502; 236, 198; 240, 6, 427; 244, 427; 245, 492; 251, 487; 255, 418; 257, 261; 258, 44; 289, 278; 296, 239; 297, 295; 299, 145. — Ztschr. f. Werkz. 1902, S. 69.

Hammerklotzes mit der Kolbenstange eines vertikal darüber gestellten Zylinders, in welchem unter den Kolben tretender Wasserdampf denselben hob, während der Niedergang durch die Schwerkraft bewirkt wurde, hat der Dampfhammer fast alle Wandlungen mit durchgemacht, welche die Dampfmaschine selbst erfahren hat. — Zunächst lag es nahe, die ursprünglich zum Öffnen und Schließen der Dampfkanäle angewandte Handsteuerung durch eine automatische (Selbststeuerung) zu ersetzen (Dampfhammer mit Hand- und Selbststeuerung). — Sodann traf man die Einrichtung, den Dampf nicht nur zum Heben, sondern auch zum Niederwerfen des Hammerklotzes zu verwenden (Dampfhammer mit Unterdampf allein und mit Oberdampf) und zwar unter Benutzung frischen Dampfes oder der Expansion des zum Heben gebrauchten Dampfes nach dem Vorbild der Expansionsdampfmaschine.

Das Gestell war bei den ersten Hämmern fast immer zweibeinig, später wurden, namentlich für kleinere Hämmer, einbeinige Gestelle angeordnet, weil

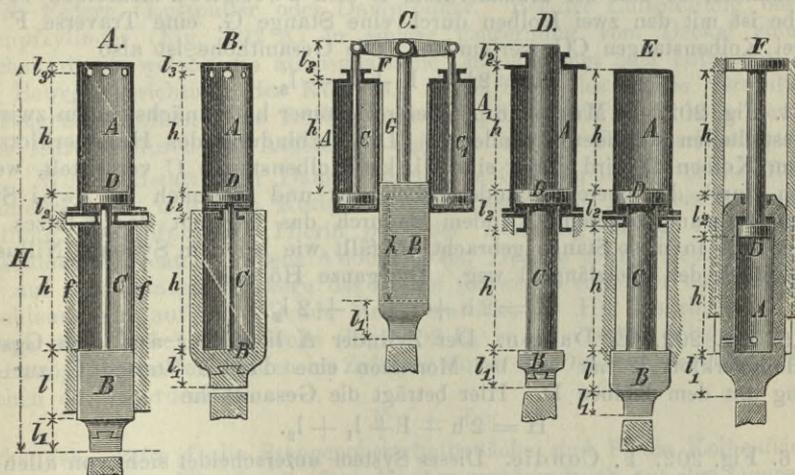


Fig. 202.

der Amboß dann von drei Seiten zugänglich ist (Dampfhammer mit zwei- und einseitigem Gestelle).

Eine der wichtigsten Rücksichten bei der Konstruktion der Hämmer ist ihre Stabilität, die so groß als irgend möglich sein soll. Deshalb sind besonders hier die Bestrebungen, den Schwerpunkt der Masse möglichst tief zu legen, beachtenswert. — Die Höhe des Hammers hängt aber wesentlich mit ab von der Fallhöhe des Bären und von dieser wieder die Stoßkraft. Was man also an Höhe verliert und dadurch an Stabilität gewinnt, geht an Wirkung verloren: dieselbe Stoßkraft kann dann unter sonst gleichen Verhältnissen nur durch größere Fallmaße oder durch höhere Dampfspannung wiedergewonnen werden, wenn der Hammer mit Oberdampf ausgestattet ist. In Rücksicht auf die Stabilität kann man die folgenden Systeme als die wichtigsten aufstellen:

1. Fig. 202. A. Nasmyth. Bei diesem Systeme liegt der Dampfzylinder A auf dem Gestelle fest. Der Hammerklotz B gleitet zwischen zwei Führungen ff und ist durch eine dünne Stange C mit dem Kolben D verbunden. Bezeichnet man die Hubhöhe mit  $h$ , die Länge der Klotzführung mit  $l$ , die Länge des Ansatzes an dem Klotze bis zur Hammerbahn mit  $l_1$ , die Länge der Stopf-

büchse mit  $l_2$  und das obere Dampfzylinderstück über den Löchern mit  $l_3$ , so ist die Gesamthöhe über der Amboßbahn

$$H = 2h + l + l_1 + l_2 + l_3.$$

2. Fig. 202. B. Nillus. Hier hängt der Zylinder A mit dem oberen Ende zwischen den zwei Gestellteilen. Der Hammerklotz B, welcher durch die dünne Kolbenstange C mit dem Kolben D verbunden ist, bildet mit seinem oberen Teile einen Hohlzylinder, welcher beim Aufgang den Dampfzylinder umschließt und an ihm geführt wird. Unter Beibehaltung der obigen Bezeichnungen ist

$$H = 2h + l_1 + l_2 + l_3,$$

weil nämlich die Länge  $l$  wegfällt, indem das Material in der Hohlzylinderwand sitzt.

3. Fig. 202. C. Voisin. Bei diesem Systeme liegen zwei Zylinder A,  $A_1$  nebeneinander, so daß der Hammerklotz B sich zwischen denselben bewegt. Derselbe ist mit den zwei Kolben durch eine Stange G, eine Traverse F und die zwei Kolbenstangen  $CC_1$  verbunden. Die Gesamthöhe ist also

$$H = 2h + l_1 + l_2 + l_3.$$

4. Fig. 202. D. Morrisson. Dieser Hammer hat zunächst einen zwischen den Gestellteilen sitzenden Zylinder A. Die Verbindung des Hammerklotzes B mit dem Kolben D wird durch eine dicke Kolbenstange C vermittelt, welche zugleich durch den oberen Zylinderdeckel geht und demnach in zwei Stopfbüchsen Führung bekommt. Indem dadurch das Gewicht des Klotzes zum größten Teile in diese Stange gebracht ist, fällt wie bei dem Systeme Nillus ein großes Stück der Klotzlänge  $l$  weg. Die ganze Höhe ist

$$H = 2h + l + l_1 + 2l_2.$$

5. Fig. 202. E. Daelen. Der Zylinder A liegt hier auf dem Gestelle. Der Hammerklotz B hat wie bei Morrisson eine dicke Stange C zur Verbindung mit dem Kolben D. Hier beträgt die Gesamthöhe

$$H = 2h + l + l_1 + l_2.$$

6. Fig. 202. F. Condie. Dieses System unterscheidet sich von allen vorhergehenden dadurch, daß der Kolben D festhängt, während der Dampfzylinder A zugleich die fallende Masse ausmacht. Der Hammerkopf bildet daher einen Teil des Zylinders A, welcher letzterer zwischen den Gestellteilen geführt wird. Die Gesamthöhe dieses Hammers über der Amboßbahn ist also

$$H = 2h + l_1 + l_2.$$

Man erkennt aus dieser Zusammenstellung leicht, welches System bei gleicher Fallhöhe und sonst gleich großen Teilen die geringere Gesamthöhe hat und also in bezug auf Stabilität den Vorzug verdient.

Außer der Stabilität ist jedoch noch von besonderer Wichtigkeit die Haltbarkeit der Konstruktion und eine gute Anordnung in bezug auf die Ausnutzung des Dampfes etc., auf bequemes Handhaben, auf schnelle Wirkung etc. — Was die Haltbarkeit anbetrifft, so hat die Erfahrung herausgestellt, daß die Hämmer mit einem und zwar feststehenden Zylinder die dauerhaftesten sind, weshalb die Systeme Nillus, Voisin und Condie nicht mehr zur Anwendung kommen, und daß die Systeme Nasmyth, Morrisson und Daelen besonders bevorzugt werden.

Bei Anlage der Steuerung ist zu berücksichtigen, daß die Hubhöhe des Hammers nicht konstant, sondern veränderlich sein muß, da nicht nur verschieden dicke Arbeitsstücke verschiedene Hubhöhe verlangen, sondern da auch

bei jedem Schlage die Hubhöhe um soviel zunimmt, als die Dicke des Arbeitsstückes abnimmt. Ferner ist die Gewalt des Schlages zu bemessen nach der Größe der zu erzielenden Deformation und also während der Arbeit beständig zu ändern. — Deshalb wird eine Selbststeuerung ziemlich kompliziert; in allen Fällen ist der Hammer aber so einzurichten, daß man auch mit der Hand die Steuerung regieren kann. — Besitzen die Hämmer einen sehr schnellen Gang (Schnellhämmer) oder eine ziemlich konstante Hubhöhe, so ist Selbststeuerung in Verbindung mit einer Handregulierung notwendig.

Als Steuerapparat kommt der Schieber, das Ventil, der Kolben und der Hahn in Anwendung. Diese Apparate müssen sich, wenn die Steuerung leicht mit der Hand bewirkt werden soll, möglichst leicht bewegen lassen; deshalb eignen sich besonders für Handsteuerungen die leicht beweglichen Doppelsitzventile. Hähne, Schieber, Kolben sind jedenfalls entlastet anzuwenden.

Die aufliegende Hammermasse muß, wenn die Bewegung über eine gewisse Geschwindigkeit hinausgeht, geprellt werden. Dies geschieht entweder durch Federn, Luftpuffer oder Dampfpuffer. Bei der Luftprellung besitzt der Dampfzylinder (Fig. 202 A) in einiger Entfernung vom Deckel eine Reihe Löcher, durch welche die atmosphärische Luft eindringt oder entweicht, je nach der Bewegungsrichtung des Kolbens. Beim Ende des Hubes verschließt der aufsteigende Kolben diese Löcher und komprimiert die über demselben befindliche Luft, wodurch das Aufsteigen begrenzt und der Fall beschleunigt wird.

Wenn anstatt Luft Dampf durch eine Öffnung in den oberen Raum des Zylinders tritt, und vom Kolben eingeschlossen wird, so entsteht die Dampfprellung (Dampfpuffer). Hierin liegt der Übergang zu der doppelwirkenden Maschine (Marteau à vapeur à double effet, *Double acting steamhammer*), bei der auf dem ganzen Fallwege der Dampf (entweder voll oder durch Expansion) beschleunigend auf die fallende Masse einwirkt. — Hat die einseitige Kolbenstange eine beträchtliche Dicke (Fig. 202 E), so ist offenbar bei gleicher Dampfspannung  $p$  oben und unten im Zylinder durch die Differenz der beiden Kolbenflächen ein Überdruck

$$Fp - fp$$

vorhanden, wenn  $f$  die Stangenquerschnittsfläche und  $F$  die Kolbenfläche bezeichnet. Dieser Überdruck (dem der Atmosphärendruck auf den Querschnitt  $f$  entgegenwirkt) hemmt den Aufgang und beschleunigt den Niedergang. Er entsteht, wenn nach der Hebung des Kolbens der Unterdampf in den oberen Teil des Zylinders geleitet wird. Da aber beim Niedergang die Kolbenstange aus dem Zylinder tritt, so wirkt der Dampf durch Expansion. Deshalb ist diese ganze Anordnung sehr zweckmäßig. — Mitunter wendet man auch folgende Methode bei Hämmern mit dicker Kolbenstange an. Der untere Raum des Zylinders steht mit der Dampfzuleitung stets in Verbindung. Dieser Dampf hebt den Kolben, wenn der Oberdampf entweicht und zwar bis zu einer gewissen Höhe, wo die Ausströmung aufhört und Kompression beginnt. Noch etwas höher gehoben, tritt sodann frischer Oberdampf zu dem komprimierten und beschleunigt den Fall anfangs mit vollem Drucke, dann durch Expansion. — Bei sehr großen und langsamgehenden Hämmern pflegt man Oberdampf und Prellung wegzulassen.

Zur Aufnahme der Stöße und zur Unterstützung des Arbeitsstückes dient der Amboß, der fast immer aus zwei Teilen besteht: dem eigentlichen Ambosse und der Chabotte (Schabotte, Chawatte, Chabatte, Chabotte, *Anvil-block*), und gewöhnlich isoliert zwischen dem Hammergestelle fundamntiert wird. Der Amboß wird in eine Schwalbenschwanznut der Chabotte eingeschoben und mit Keilen befestigt,

die Chabotte ebenso auf dem Amboßstocke (Hammerstock, Billot, *Stock*) festgemacht. Das Gewicht der Masse, die den Stoß aufnimmt, ist bei größeren Hämmern mindestens gleich dem 10fachen der fallenden Masse zu nehmen. Zweckmäßiger legt man die lebendige Kraft oder das Arbeitsmoment dem Gewichte der Chabotte zugrunde und nimmt für Hämmer bis 2500 kg Gewicht und 1,2 m Fallhöhe auf 1 mk mechanischer Wirkung 10 kg Chabottengewicht und erhöht das letztere für Hämmer bis 20000 kg auf 12 kg und bei den größten Hämmern auf 14 kg. — Man hat auch Einrichtungen getroffen, den Amboß während der Arbeit allmählich um die Abnahme der Dicke des Arbeitsstückes mit Hilfe einer Art hydraulischen Presse zu heben, um die Fallhöhe des Hammers konstant und also auch seine Selbstumsteuerung möglichst einfach zu erhalten.

Das Hammergestell, welches die Dampfmaschine, die Hammerführungen etc. trägt, muß diesem entsprechend nicht nur sehr kräftig, sondern auch, um mit dem Hammer bequem manövrieren zu können, möglichst frei gebaut werden. Bei größeren Hämmern ist dasselbe zweibeinig, bei kleineren sehr oft einbeinig. Die Gestelle sind entweder aus Gußeisen (rippenförmig oder hohl) hergestellt, oder aus Schmiedeeisen oder Stahl. Große schmiedeeiserne Gestelle werden aus Blech zusammengenietet; dann sind z. B. die Beine säulenartig vertikal stehend ausgeführt und mit einem Blechträger, welcher zugleich die Dampfmaschine trägt, verbunden, oder bockartig aus zwei geraden, unten auseinanderstehenden, oben zusammentretenden Stützen gebildet usw. Bei kleineren Hämmern ruht auch wohl die Chabotte mit dem Gestelle auf einer gemeinschaftlichen Fundamentplatte. —

Über das gebräuchlichste Verhältnis zwischen Fallgewicht, Fallhöhe, Gewicht der Chabotte und Anzahl der Hiebe bei Hämmern bis etwa 4000 kg Fallgewicht gibt folgende Tabelle Anhaltspunkte:

Fallgewicht in kg	Fallhöhe in mm	Gewicht des Hammers in kg	Gewicht der Chabotte in kg	Größte Anzahl der Hiebe i. d. M.
75	200	700	1500	500
100	320	1000	2000	400
150	340	1200	2500	375
200	400	1400	3000	350
250	470	1750	3500	300
300	550	2250	4000	250
400	630	2750	5000	200
500	800	3750	6000	180
600	800	4100	7000	170
750	870	5000	9000	150
1000	910	—	—	100
2000	1210	—	10000	80
3000	1520	—	—	60
4000	1680	—	—	50

Zum weiteren Verständnisse des Vorhergehenden mag die folgende Beschreibung dreier Dampfhammer dienen.

Fig. 203 und 204 stellen einen Hammer mit dicker Kolbenstange dar, dessen Fallgewicht zwar 550 kg ist, der aber zugleich als Muster für kleinere Hämmer (Schnellhammer) mit Selbststeuerung dienen kann und an dem die allgemeine Anordnung eines Dampfhammers mit einseitigem Gestelle zu erkennen ist. Der Hammer S ist in eine Schwalbenschwanznut des Klotzes M so eingeschoben und verkeilt, daß die Hammerbahn um 45° gegen das Gestell

geneigt ist. Der Amboß T ist mit der Chabotte, auch um  $45^{\circ}$  gegen das Hammergestell geneigt, durch Schwabenschwanz und Keil verbunden, so daß selbst sehr lange Arbeitsstücke bequem aufgelegt werden können. Der Klotz M, der mit dem Stiele und dem Kolben von 0,35 m Durchmesser aus einem Stücke geschmiedet ist, gleitet zwischen den Führungen QQ, welche von dem Gestelle R durch kräftige Schrauben gehalten werden. Die Dampfmaschine

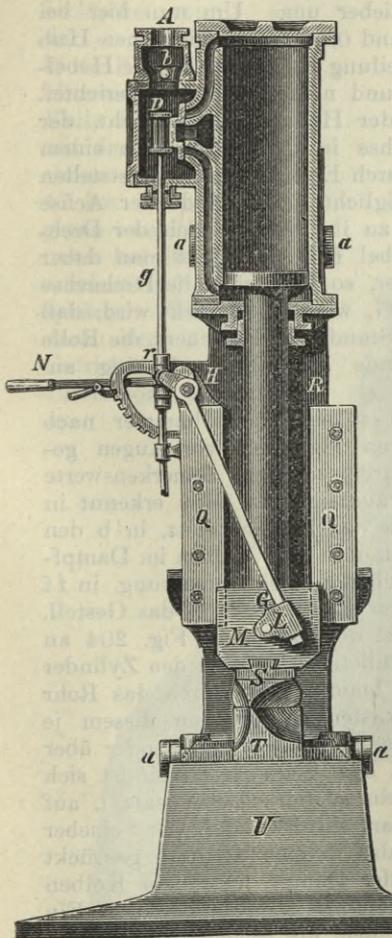


Fig. 203.

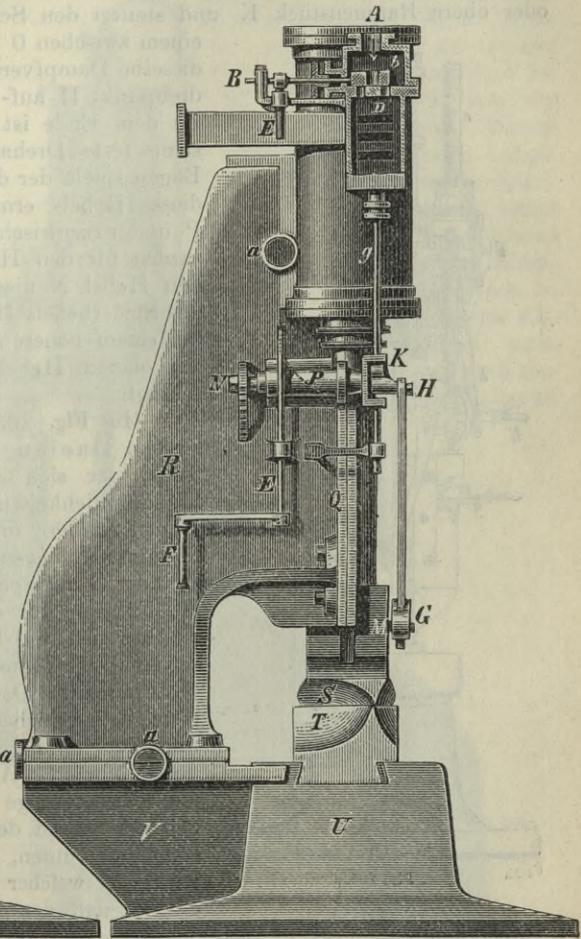


Fig. 204.

hängt vor dem oberen Teile des Gestelles, und das letztere wird von einer rückwärts gestellten Verlängerung V der Chabotte U aufgenommen. Die Verbindung dieser Teile geschieht durch zylindrische Ansätze a, die jedem Stücke zur Hälfte angehören, welche Hälften durch einen heiß übergelegten Ring fest zusammen gehalten werden. Der Hammer ist doppelwirkend. Der Dampf tritt durch das Rohr A zunächst in eine Vorkammer, die durch einen Schieber b mit dem Dampfverteilungskasten D in Kommunikation gesetzt wird. Dieser Vorschieber, der zugleich zur Regulierung dient, erhält seine Bewegung durch

die Kurbel F und die vertikale Stange E vermittelt eines horizontalen Hebels, der die Schieberstange B faßt. Der Dampfverteilungsschieber D dahingegen wird durch den Hammer bewegt. Zu dem Zwecke hat die Schieberstange g bei K einen offenen Rahmen, in dem eine Rolle liegt, die an einem Hebel H G sitzt. Dieser Hebel geht durch eine Hülse L, welche um einen an dem Hammerklotze M sitzenden Zapfen schwingt, und wird daher mit dem Hammer auf- und niederführt: dadurch stößt die Rolle r abwechselnd gegen das untere oder obere Rahmenstück K und steuert den Schieber um. Um nun hier bei

einem zwischen 0 und 0,45 m veränderlichen Hub dieselbe Dampfverteilung zu haben, ist der Hebel-  
drehpunkt H auf- und niederstellbar eingerichtet. Zu dem Ende ist der Hebel N angebracht, der seine feste Drehachse in P hat und an einem Bogen spielt, der durch Einschnitte das Feststellen dieses Hebels ermöglicht. Am Ende der Achse P und exzentrisch zu ihr befindet sich der Drehzapfen für den Hebel H G. Drückt man daher den Hebel N nieder, so hebt sich die Drehachse des Steuerhebels H G, wodurch bewirkt wird, daß bei einem höheren Stande des Hammers die Rolle am oberen Hebelende ebenfalls rechtzeitig anschlägt.

In Fig. 205 ist ein Dampfhammer nach System Daelen von Henckels vor Augen geführt, der sich durch mehrere bemerkenswerte Eigentümlichkeiten auszeichnet. Man erkennt in A den Amboß, in a den Hammerklotz, in b den Hammer-Kolbenstiel, in c den Kolben im Dampfzylinder C mit Schieberexpansionssteuerung, in ff die Führung für den Klotz a, dann das Gestell, welches sich wie bei dem Hammer Fig. 204 an die Chabotte B anschließt und oben den Zylinder C aufnimmt. Der Dampf tritt durch das Rohr e in den Schieberkasten d und von diesem je nach der Stellung des Schiebers i unter oder über den Kolben c. An dem Schieber i befindet sich als Schieberstange ein zylindrischer Ansatz t, auf den der Dampf derart einwirkt, daß der Schieber stets nach unten, also in eine Stellung gedrückt wird, bei welcher der Dampf über dem Kolben eintritt und den Hammer abwärts bewegt. Ein

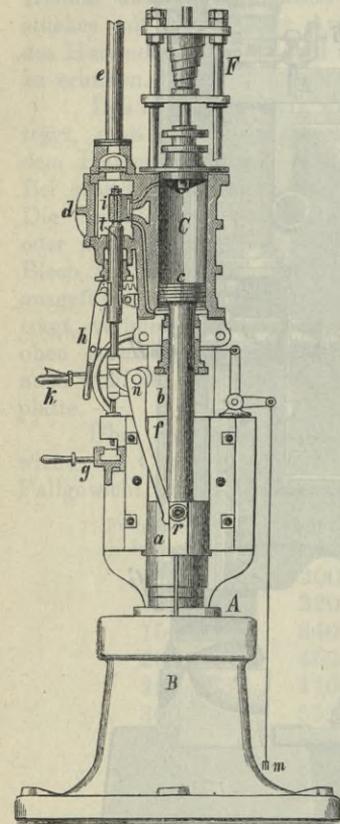


Fig. 205.

durch den Handgriff g verschiebbarer Keil, auf den die Schieberstange sich aufsetzt, begrenzt die Abwärtsbewegung des Schiebers und regelt den oberen Dampfströmungskanal. Mit Hilfe dieser Keilstellung kann man die Heftigkeit des Schlags sehr genau und rasch regeln, während die Einrichtung für die Abwärtsbewegung des Schiebers durch Dampfdruck den Umsteuermechanismus vereinfacht, indem derselbe sich darauf beschränkt, den Schieber zu heben. Er besteht daher nur aus dem Hebel n, gegen den eine Rolle r am Hammerklotz stößt. Der Ruhezustand wird durch den Hebel h erhalten, der von einer Spiralfeder angezogen in einen Einschnitt von t einschnappt und den Schieber in einer Stellung festhält, welche so viel Dampf unten in den Zylinder eintreten läßt, daß der Hammer in der höchsten Stellung beharrt. Die Auslösung dieses

Hebels *h* hat ein sofortiges <sup>22</sup>Arbeiten des Hammers zur Folge und wird auch zweckmäßig von dem Fußtritte *m* aus mittelst Zugstangen und Winkelhebel bewirkt. Als Prellung dient die Wickelfeder bei *F* und zum Öffnen und Schließen der Dampfzuströmung der Hebel *k*.

Die Zeichnung Fig. 206 stellt einen Hammer nach dem Systeme Nasmyth mit Unterdruck, einer Hand-Ventilsteuerung, einem Fallgewichte von 2000 kg und einer Fallhöhe von 1 m dar. — Der Hammerklotz *K*, in dem der Hammer *H* durch Keile festsetzt, hängt mit der Stange *S* an einem Kolben von 47 cm Durchmesser, gegen welchen von unten her Dampf von mindestens 1,5 Atmosphären Überdruck durch den Kanal *O* eintritt. Der Dampf durchströmt zunächst

dabei eine Vorkammer *r*, die durch einen Schieber, der mittelst des Handhebels *h* bewegt wird, von der eigentlichen Verteilungskammer abgesperrt werden kann. Der benutzte Dampf tritt durch den Kanal *p* nach der Rückseite des Zylinders in ein angegossenes Abströmungsrohr nach außen. Um eine Kommunikation des oberen

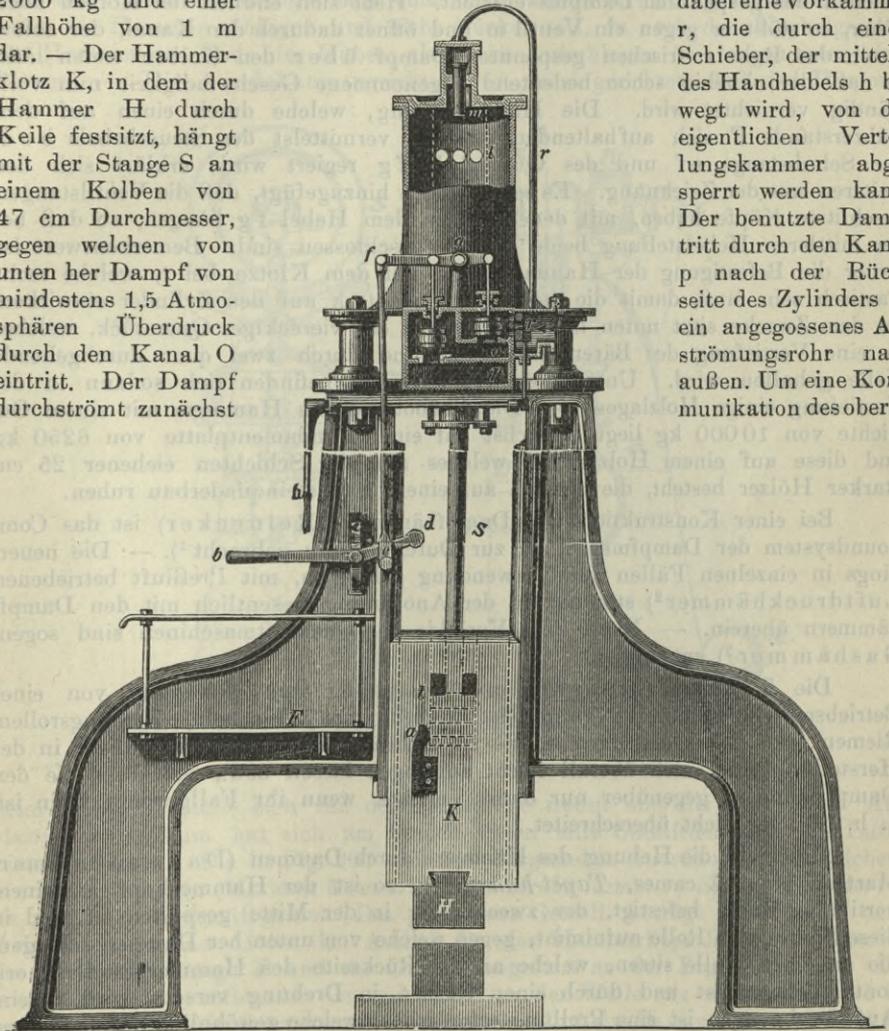


Fig. 206.

Zylinderraumes mit der äußeren Atmosphäre herzustellen, befinden sich in demselben 10 Löcher *l* von je 40 mm Durchmesser, welche nach dem oben genannten Dampfauströmungskanal führen. — Um zu vermeiden, daß der Kolben nicht zu hoch gehoben wird, was durch zu langes Offenhalten des Einlaßventils eintritt und wodurch leicht der Zylinderdeckel abgeschlagen werden kann, ist der Hammerklotz mit einem Mitnehmer *a* versehen, der im richtigen Augen-

blicke gegen den Arm *d* des Steuerhebels *b c d* stößt und dadurch das rechts sichtbare Einlaßventil schließt, das links sitzende Auslaßventil aber öffnet. Ist jedoch die lebendige Kraft der sich aufwärts bewegenden Masse zu groß (bei hoher Spannung), um durch diese Umsteuerung sofort vernichtet zu werden, so tritt der Kolben über die Löcher *l*, schließt diese somit ab und komprimiert die über den Löchern befindliche Luft, so daß Luftprellung und auch ein Entweichen des gespannten Dampfes entsteht. Hebt sich endlich der Kolben noch höher, so stößt er gegen ein Ventil *m* und öffnet dadurch den Kanal, der sofort durch das Rohr *r* frischen gespannten Dampf über den Kolben treten läßt, so daß die ohnehin schon bedeutend abgenommene Geschwindigkeit nun vollständig vernichtet wird. Die Handsteuerung, welche durch einen auf dem Führerstande *F* sich aufhaltenden Arbeiter mittelst des Steuerhebels *b c d*, der Schubstange *e f* und des Querhebels *f g* regiert wird, erklärt sich des weiteren aus der Zeichnung. Es sei nur noch hinzugefügt, daß die Ventilstangen geschlitzte Köpfe haben, mit denen sie an dem Hebel *f g* hängen, so daß bei der mittleren Hebelstellung beide Ventile geschlossen sind. Bemerkenswert ist ferner die Befestigung der Hammerstange mit dem Klotze bei *t*, welche recht elastisch sein muß, damit die Stöße nicht zu stark auf den Zylinder einwirken. Zu dem Zwecke sitzt unten an der Stange *S* ein viereckiges Querstück, welches in eine Vertiefung des Bären eingesenkt und durch zwei quer durchgehende Keile gehalten wird. Unter diesem Querstücke befinden sich sodann in der Vertiefung einige Holzlagen. — Die Chabotte dieses Hammers mit einem Gewichte von 10 000 kg liegt zunächst auf einer Fundamentplatte von 6250 kg und diese auf einem Holzgerüst, welches aus vier Schichten eichener 25 cm starker Hölzer besteht, die endlich auf einem Sandsteinquaderbau ruhen.

Bei einer Konstruktion von Dampfhammern (Reinecker) ist das Compoundsystem der Dampfmaschinen zur Durchführung gebracht<sup>1)</sup>. — Die neuerdings in einzelnen Fällen zur Verwendung gelangten, mit Preßluft betriebenen Luftdruckhämmer<sup>2)</sup> stimmen in der Anordnung wesentlich mit den Dampfhammern überein. — Nach dem Vorbilde der Gaskraftmaschinen sind sogen. Gashämmer<sup>3)</sup> entstanden.

Die Transmissionshämmer<sup>4)</sup> erhalten ihre Bewegung von einer Betriebsmaschine indirekt mittelst Hebedaumen, Kurbeln, Reibungsrollen, Riemen etc. Trotz der Vorteile, die sie dadurch bieten, daß sie billiger in der Herstellung sind, sich überall leicht anbringen lassen usw., gewähren sie den Dampfhammern gegenüber nur dann Vorzüge, wenn ihr Fallgewicht klein ist, d. h. 500 kg nicht überschreitet.

Geschieht die Hebung des Hammers durch Daumen (Daumenhammer, *Marteau pilon à cames*, *Tapet-hammer*)<sup>5)</sup>, so ist der Hammerkopf an einem vertikalen Stiele befestigt, der zweckmäßig in der Mitte gespalten ist und in diese Spalte eine Rolle aufnimmt, gegen welche von unten her Daumen schlagen, die an einer Welle sitzen, welche an der Rückseite des Hammergestelles horizontal gelagert ist und durch einen Riemen in Drehung versetzt wird. Beim Aufwärtsbewegen ist eine Prellung erforderlich, welche gewöhnlich durch Federn, Kautschukringe, Luft etc. hervorgebracht wird. — Diese Hämmer haben mit den Hebelhammern den Mangel gemein, daß ihre Hubböhe begrenzt ist und

1) Dingers Journ. 279, 172. — 2) Ztschr. d. V. d. Ing. 1887, S. 407. — 3) Dingers Journ. 264, 591; 267, 12. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1888, S. 453. — 4) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1887, S. 465, 1030; 1889, S. 751; 1892, S. 1035; 1893, 694; 1897, S. 1299; 1900, S. 281, 1787. — 5) Dingers Journ. 151, 253. — Armengaud, Publ. 17, S. 515. — Bulletin de Mulhausen, T. 3, S. 145. — Berl. Verhandl. 1859, S. 168.

die Gewalt des Schlages nur durch Vergrößerung des Hammergewichtes vermehrt werden kann. — Das Fallgewicht liegt zwischen 25 und 100 kg und die Fallhöhe zwischen 60 und 250 mm. Die Zahl der Schläge beträgt bei Handbetrieb 120 bis 160, bei Riemenbetrieb 250 bis 400.

Wird der Hammerstiel durch eine Kurbel (Kurbelhämmer) in Bewegung gesetzt, welche denselben direkt ergreift, so muß zwischen Hammer und Stiel ein elastisches Medium oder eine Ausrückungsvorrichtung vorhanden sein, wenn der Hammer schlagen und nicht drücken soll, da nach dem Kurbelgesetze der Hammer am Ende des Hubes, also beim Aufschlagen am langsamsten sich bewegt. — Die Ausrückungsvorrichtung ist so eingerichtet, daß der Hammer

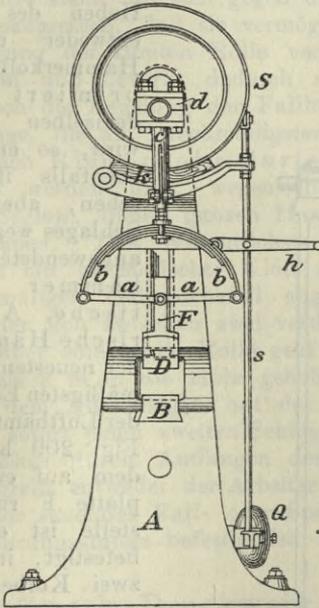


Fig. 207.

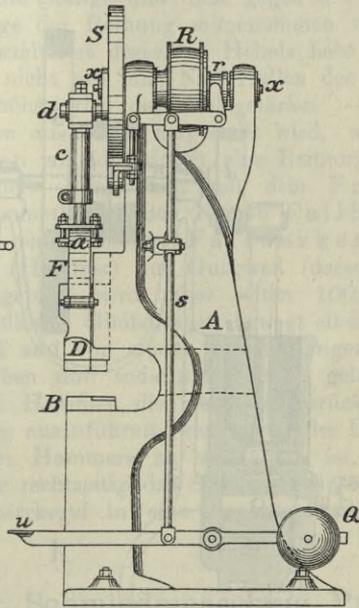


Fig. 208.

beim höchsten Stande sich von der Hebestange trennt und frei niederfällt. Als elastisches Medium hat sich am brauchbarsten eine Stahlfeder oder ein Luftkissen erwiesen. Die in Fig. 207 und 208 dargestellte Anordnung eines solchen Federhammers (Marteau à ressort, *Dead stroke hammer*, *Spring-hammer*)<sup>1)</sup> ist eine der zweckmäßigsten. Das gußeiserne Gestell A trägt in einer für den Arbeiter bequemen Höhe den Amboß B; der Hammerkopf D hängt mittelst der geführten Stange F und der Gelenkstange a a an der Bogenfeder b b, die mit der Stange c verbunden ist, welche die an der Welle xx sitzende Kurbel d aufnimmt. Die mit Schwungrad S versehene Kurbelwelle xx erhält ihre Umdrehung von der Riemenscheibe R, welche durch eine Reibkuppelung r mit xx ein- und ausgekuppelt wird und zwar durch den Fußtritt u oder den Hand-

1) Mitt. d. Hann. Gew.-Ver. 1867, S. 237. — Prakt. Masch.-Konstr. 1875, S. 97; 1900, S. 106; 1903, S. 2. — Zeitschr. f. Werkz. 1901, S. 105, 357, 566; 1902, S. 145; 1903, S. 19; 1905, S. 303. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1887, S. 490; 1898, S. 183; 1900, S. 281, 1787; 1902, S. 925. — Dinglers Journ. 179, 7; 215, 397; 227, 343, 426, 524; 236, 198; 244, 430; 248, 154; 249, 106; 263, 318; 265, 577; 281, 16; 289, 294; 303, 11, 33, 135.

griff h. Damit beim Auskuppeln ein sofortiger Stillstand des Hammers eintritt, wird durch die Stange s, infolge der Einwirkung des Gewichtes Q, der Bremsklotz k auf der Oberfläche des Schwungrades S im Augenblicke der Auskuppelung in Tätigkeit gesetzt. Dieser Hammer hat 50 bis 400 kg Fallgewicht und macht 100 bis 500 Schläge in der Minute.

Der elastische Schlag eines Federhammers hat sich als sehr kräftig und nicht nur von günstiger, sondern auch höchst vorteilhafter Wirkung herausgestellt, woraus sich wohl auch die verschiedensten Ausführungen dieses Prinzips erklären.

Wird statt einer Feder ein Luftkissen in die Transmission eingeschaltet, welches aus einem Hohlzylinder mit Kolben besteht, in dem die Luft zum

Heben des Hammers entweder unter dem Hammerkolben komprimiert oder über demselben verdünnt wird, so entstehen die ebenfalls ihres elastischen, aber kräftigen Schlages wegen vielfach angewendeten Luft-hämmer (Pneumatische, Atmosphärische Hämmer). Eine der neuesten und zweckmäßigsten Einrichtungen der Luftpömmel geht aus Fig. 209 hervor. Vor dem auf einer Grundplatte F ruhenden Gestelle ist ein Zylinder befestigt, in dem sich zwei Kolben befinden. An dem unteren Kolben C, der durch eine Längsnut i und einen Stift im Zylinder an der Drehung verhindert wird, ist der Hammerklotz m befestigt, während der obere Kolben mittelst einer gelenkig eingehängten Stange und einen Zapfen an die Kurbel-

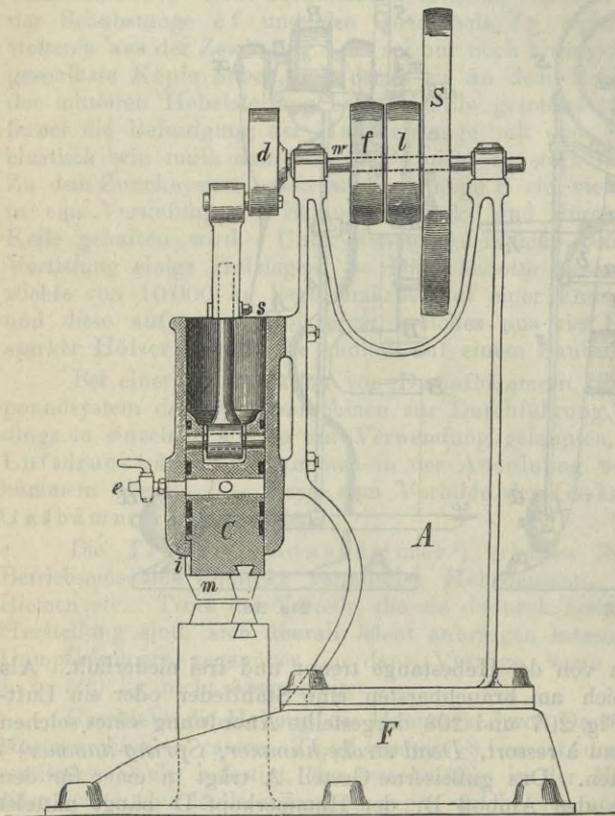


Fig. 209.

scheibe d angeschlossen ist, und daher von der mit fester und loser Riemenscheibe f und l und Schwungrad S versehenen Welle w aus auf- und abbewegt wird. Bei der Aufwärtsbewegung des oberen Kolbens entsteht zwischen diesem und C eine Luftverdünnung, welche ein Heben des Kolbens C zur Folge hat. Bei der Abwärtsbewegung des oberen Kolbens und der dadurch bedingten Verdichtung der Luft wird dahingegen der Hammer zum Schlagen gebracht. Da die Heftigkeit des Schlages von dem Grade der Luftverdichtung abhängt und durch die Luftmenge im Zylinder geregelt werden kann, so befindet sich im

Zylinder ein selbsttätiges und bei e ein von der Hand einstellbares Luftventil, wovon das erstere die überflüssige Luft entweichen und das zweite den inneren Zylinderraum mit der Atmosphäre verbinden läßt. Außerdem gestattet die Verstellung des Zapfens auf der Kurbelscheibe d und die mittelst des Schlosses s ermöglichte Verkürzung und Verlängerung der Schubstange eine Veränderung der Hubhöhe.

Unter Reibungshämmern<sup>1)</sup> (Friktionshammer, Marteau pilon à friction, *Friction-hammer*) werden Vertikalhämmer verstanden, bei welchen die Hammerstange von zwei Rollen gefaßt wird, wovon die eine sich stetig nach einer Richtung dreht, während die zweite in Verbindung mit einem Kniehebel oder Exzenter steht, um sich gegen die Stange und diese gegen die erste Rolle so stark anzupressen, daß sie vermöge der Reibung mitgenommen wird. Eine Rückbewegung der zweiten Rolle vermittelt desselben Hebels hebt sofort die Reibung auf und bewirkt dadurch nicht nur das Niederfallen des Hammers, sondern auch die Regelung der Fallhöhe, also der Schlagstärke. — Statt der festen Stange, die am zweckmäßigsten aus Holz hergestellt wird, wendet man auch vielfach Riemen oder Gurten an, die durch eine Reibungskupplung angetrieben werden und, wegen ihrer Ähnlichkeit mit dem Fallwerk<sup>2)</sup> (Mouton, *Stamp*), dieser ganzen Hammerklasse den Namen Fallhammer<sup>3)</sup> gegeben haben. Das Wesentlichste eines solchen Fallwerkes (Mouton, *Stamp*) ist ein prismatischer Klotz (Hammer) aus Gußeisen (dessen Gewicht dem jedesmaligen Gebrauchsfall angepaßt wird, aber selten 100 kg überschreitet), der sich zwischen zwei vertikalen Gleitstangen bewegt und durch ein Seil, das über eine große Rolle geht und von einem Arbeiter angezogen wird, etwa 0,5 bis 2 m in die Höhe gehoben und sodann frei fallen gelassen wird. — Nach dem Aufschlagen hat der Hammer die Tendenz, zurückzuspringen und somit sofort einen zweiten Schlag auszuführen, was wegen der Bestimmung des Fallwerkes durch Auffangen des Hammers zu verhindern ist. Zu dem Zwecke ergreift entweder der Arbeiter rechtzeitig das Seil, oder es schnappt ein am Hammer sitzender Fall- oder Sperrkegel in eine gezahnte Stange ein, die an der Führungsstange befestigt ist.

## B. Stoßwerk, Druckwerk, Schmiedemaschine, Presse.

Ein zur Erzeugung eines kräftigen Stoßes vorzüglich geeignetes Mittel ist die Schraube, wenn sie mit einer sich bewegendem Masse so in Verbindung gebracht wird, daß die letztere ihre lebendige Kraft auf den Stoß verwenden kann. Zu dem Zwecke wird eine Schraube A, Fig. 211, mit eisernen Querarmen (Schwengeln) B versehen, welche an beiden Enden gewichtige Eisenmassen in Scheiben-, Linsen- oder Kugelform (Schwungkugeln) aufnehmen, die bei einer schnellen Drehung, z. B. von der Handstange H aus, die Schraube in der Mutter M mitdrehen, also in der Achsenrichtung bewegen und beim Aufstoßen auf eine Unterlage die aufgesammelte lebendige Kraft zur Wirkung bringen. Damit der Stoß kurz und kräftig wird und die Längerverschiebung der Schraube die erforderliche Größe erhält, ohne eine Bewegung des Schwengels in einem größeren Bogen als 90 bis 180° zu beanspruchen und damit endlich

1) Zeitschr. f. Werkz. 1902, S. 69, 455. — 2) Kulmer, Kunst des Goldarbeiters, Weimar 1872, S. 95. — Dinglers Journ. 244, 190. — 3) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1870, S. 751; 1882, S. 93; 1884, S. 965; 1886, S. 545; 1895, S. 22. — Hütte 1855, T. 7, 1867, T. 16. — Masch.-Konstr. 1881, S. 315. — Dinglers Journ. 136, 182; 144, 7; 147, 255; 160, 5; 200, 178; 227, 526; 234, 364; 239, 83; 240, 6; 243, 105; 245, 492; 248, 489; 250, 201; 253, 16; 256, 110; 259, 212; 273, 14; 290, 277.

der Rückstoß auch eine Rückdrehung der Schraube möglich macht, ist die Schraube sehr steil, d. h. der Steigungswinkel etwa  $9^\circ$ , gleich dem Reibungswinkel, und mehr- (drei- oder vier-)gängig zu machen. Ferner darf sie wegen ihrer Drehung nicht direkt auf das Arbeitsstück aufstoßen, sondern muß ein besonderes Stück D vor sich herschieben, das den Stoß ausübt, ohne an der Drehung teilzunehmen. Dieses Stück ist ein Eisenklotz, eingerichtet zur Aufnahme der formgebenden Werkzeuge und geführt innerhalb des Gestells, in vorliegender Ausführung zwischen den Tragsäulen SS mit einem längeren Querstück. Ferner ist der Werkzeugträger mit der Schraube A so zu verbinden, das letztere bei der Rückdrehung mit in die Höhe nimmt, z. B. mittelst zweier Stangen t, t. — Dieses Stoßwerk (Prägwerk, Balancier, *Flypress*, *Stamping press*) kommt nicht nur in den verschiedenen Größen, sondern auch in manchen Abänderungen (z. B. mit einseitigem Gestelle zu verschiedenen Bestimmungen vor, sondern ist auch zum Betriebe mit Elementarkraft eingerichtet<sup>1)</sup>.

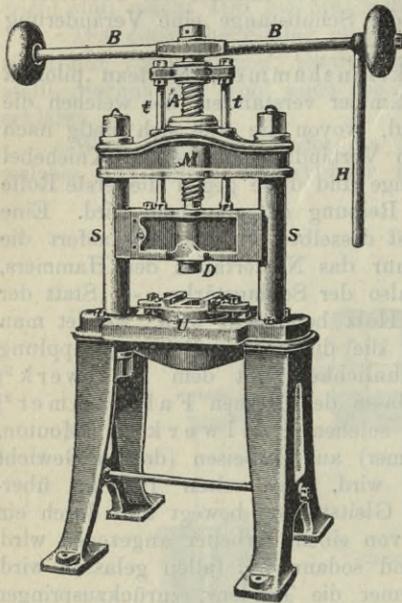


Fig. 210.

Die stoßartige Wirkung eines Hammers, eines Fallwerkes u. dgl. hat stets die Übelstände zur Folge, die durch Erschütterungen, Dröhnungen usw. entstehen

und sich als Kraftverlust, unerwünschte Deformationen etc. äußern. Besonders in Betracht zu ziehen ist jedoch die sehr kleine Wirkungsdauer der stoßenden Werkzeuge, wodurch das Eindringen der umformenden Kraft in das Innere des Arbeitsstückes außerordentlich erschwert wird, da bei großen Arbeitsstücken unter Anwendung selbst sehr großer Fallgewichte die Energie so schnell verbraucht wird, daß die Formänderung nicht bis ins Innere sich fortpflanzt<sup>2)</sup>. Die genannten Übelstände und Unvollkommenheiten in der Wirkung sind nur durch Ersatz der Stoßwirkung durch die Druckwirkung zu beseitigen, weshalb die mechanischen Vorrichtungen, welche unter den Benennungen Druckwerke und Pressen zur Anwendung kommen, eine stets wachsende Bedeutung gewinnen. Als Kraftmittel dient die Schraube, der Hebel (einarmig, zweiarmig, als Kurbel, Krümmzapfen oder Kreisexzenter) und Wasserdruck.

Die Verwendung der Schraube als Druckmittel (Schraubenpressen) ist wegen ihrer großen passiven Widerstände beschränkt und im Prinzip übereinstimmend mit der in Fig. 210 erörterten. Der Unterschied liegt wesentlich im Antriebe, der bei den Preßschrauben mittelst Schnecke und Schneckenrad, das statt der Arme B auf der Spindel A steckt, oder Kegelreibräder<sup>3)</sup> erfolgt.

Die gebräuchlichste Anordnung des Hebels ist die als Kreisexzenter, so daß es genügen mag, diese Einrichtung hier zu beschreiben, um so mehr als

1) Berl. Verhandl. 1831, S. 84; 1868, S. 39. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1867, S. 75. — Schlösser, Münztechnik. Hannover 1885. — Dinglers Journ. 153, 241; 162, 172. —  
2) Dinglers Journ. 257, 263. — 3) Dinglers Journ. 232, 399. — Zeitschr. f. Werkz. 1899, S. 355.

Kurbel und Krummzapfen in der Wirkung damit übereinstimmen. — Das Exzenter bezweckt eine vorhandene rotierende Bewegung für eine geradlinige Bewegung des Werkzeuges nutzbar zu machen. Weil hierbei nach dem Gesetze von der Zerlegung der Kräfte der für die Verschiebung des Werkzeuges verwendete Anteil der Kraft um so größer wird, je mehr die Richtung der Werkzeugbewegung mit der Exzentrizität zusammenfällt, so muß die Werkzeugachse durch den Mittelpunkt

der Achse gehen, auf welcher das Exzenter sitzt und zwischen Exzentrering und Werkzeug ein Gelenk angebracht werden, welches trotz der sich stetig ändernden Stellungen eine Verbindung zwischen Werkzeug und Kraftquelle vermittelt. Die Konstruktion ist daher gewöhnlich folgende, in Fig. 211 und 212

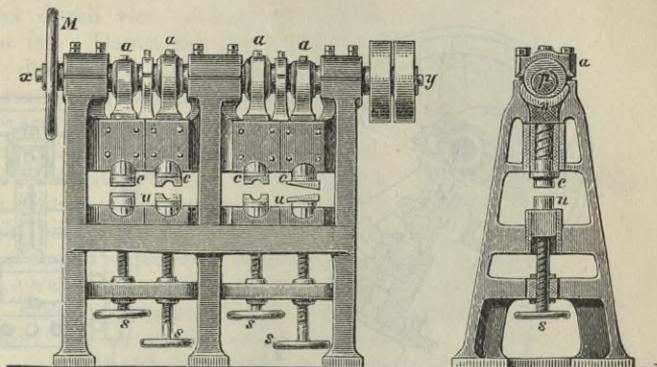


Fig. 211.

Fig. 212.

gezeichnete. In einem starken Gußeisengestelle liegt horizontal eine von der Betriebswelle mit etwa 200 Umdrehungen bewegte Welle xy mit einer Reihe von (3 bis 6) Exzentern a, welche gewöhnlich durch Exzentreringe und kurze Pleuelstange mit Kugelzapfen mit vertikal darunter liegenden Schiebern c verbunden sind, die mit der unteren Aufsatzfläche auf das betreffende Arbeitsstück aufstoßen, welches natürlich ebenfalls in dem Gestelle eine feste Unterlage u erhält. Diese Unterlagen werden durch die Stellschrauben s der Dicke des Arbeitsstückes entsprechend höher oder tiefer gestellt. Zur Vermeidung der Gelenkverbindung ist oft die in Fig. 212 gezeichnete Anordnung getroffen, bei welcher das Exzenter auf eine Krücke n drückt, die sodann das Werkzeug vor sich herschiebt und durch eine, auf einen quer durchgehenden Keil sich stützende Spiralfeder wieder gehoben wird. Ein Schwungrad M ist zu bekanntem Zwecke angebracht. Die vorbeschriebene Maschine wird ihrer Bestimmung gemäß Schmiedemaschine (Schmiedepresse; Machine à forger, *Forging machine*)<sup>1)</sup> genannt und in manchen Abweichungen, besonders zur Massenfertigung einfach gestalteter Schmiedestücke (Kopfbolzen zu Schrauben und Nieten, Schienennägeln, Schraubenmuttern etc.) und dann häufig in horizontaler Lage gebaut und mit Daumenantrieb versehen.

Die Exzenterpresse hat für zahlreiche Formgebungsarbeiten die in Fig. 214 und 215 dargestellte Anordnung<sup>2)</sup> bekommen, bei der bemerkenswert ist, daß der Oberteil A auf den Unterteil B mit Bogenstücken gelagert und dadurch in eine geneigte Lage zu bringen ist (Fig. 214), vermöge welcher die Arbeitsstücke von dem Tisch T rückwärts heruntergleiten und in einen Behälter fallen können. Die Einstellung der erwünschten Lage erfolgt mittelst zwei an C sitzenden Zahnsegmenten und zwei damit in Eingriff stehenden Triebrädern

1) Heusinger, Hdb. S. 215. — Publ. ind. **23**, S. 325. — Masch.-Konstr. 1876, S. 232; 1877, S. 201, 448. — Stahl und Eisen 1892, S. 172; 1898, S. 314. — Dingers Journ. **123**, 342; **129**, 426; **135**, 171; **139**, 100; **181**, 345; **194**, 390; **197**, 319; **229**, 502; **231**, 321, 399, 496; **232**, 410; **233**, 449; **263**, 505; **268**, 356; **276**, 554. — 2) Zeitschr. f. Werkz. 1899, S. 356, 375. — Dingers Journ. **305**, 73.

von dem Handkreuz *h*. Im übrigen ist zu bemerken, daß ein Kreisexzenter *c* auf einer mit Schwungrad versehenen Welle durch die Schubstange *b* mit Kugelnzapfen den Schieber *a* ab- und aufwärts bewegt, der zur Aufnahme verschiedener Werkzeuge eingerichtet ist, während der Tisch *T* zur Aufnahme der Gegenwerkzeuge *m* dient. Der Antrieb erfolgt von einer zugleich als Schwungrad dienenden Riemscheibe, die von dem Fußtritt *t* und Stange *s* aus vermittelt

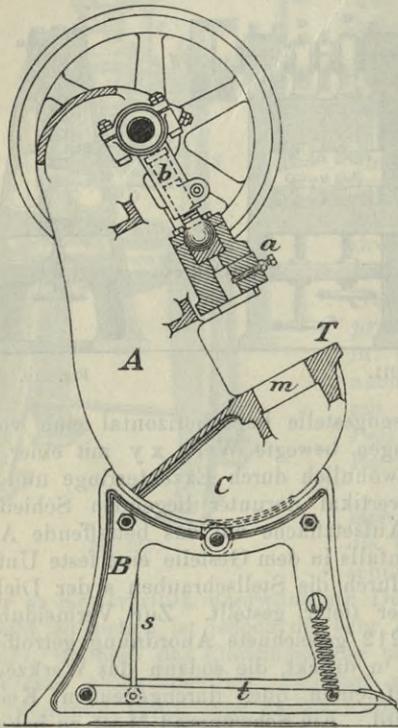


Fig. 213.

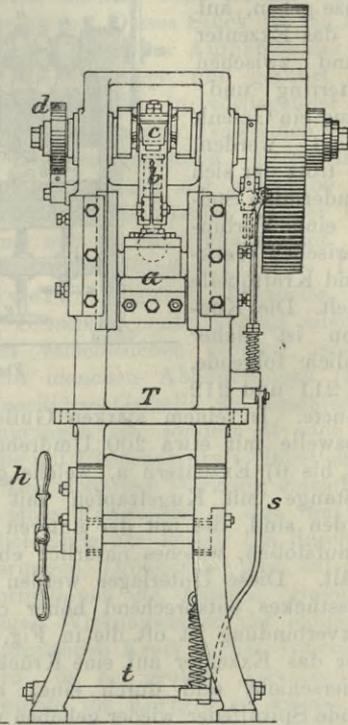


Fig. 214.

einer eigentümlichen sogen. Bolzenkupplung in und außer Verbindung mit der Exzenterwelle gesetzt wird. Zum schnellen Anhalten ist bei *d* eine Bremse angebracht.

Die außerordentlich günstige Kraftübersetzung, welche man vermöge des Kniehebels erhält, hat zur Anwendung dieses Organs namentlich in den Fällen geführt, wo eine kraftvolle Wirkung ohne heftige Erschütterungen, also ohne mächtige Fundamente etc. besonders wünschenswert erscheint. Im Grunde mit der Wirkung des Exzenters übereinstimmend, liegt der wesentliche Unterschied darin, daß bei dem Kniehebel kein rotierender, sondern nur ein einen kleinen Winkel schwingender Hebel vorhanden ist. — Eine Bauart von Kniehebelpresse<sup>1)</sup>, wie sie sich namentlich zum Auspressen von Blechgegenständen (Eblöffel aus Neusilber, Gardinenhalter, Sargschilder etc.) etc. eignet, ist in

1) Schlösser, Münztechnik, Hannover 1885. — Dingers Journ. 132, 409; 232, 7. — Masch.-Konstr. 1882, S. 191; 1901, S. 191. — Berl. Verhandl. 1847. — Mitt. d. Hann. Gew.-Ver. 1871, S. 59.

Fig. 215 dargestellt. Der Kniehebel wird von den beiden Teilen  $a\ b$  und  $c\ d$  gebildet. Der Hebel  $a\ b$  stützt sich bei  $a$  gegen einen starken Gußeisenklotz  $A$ , wenn er in der Pfeilrichtung bewegt wird, und drückt den zwischen  $D\ D$  geführten Schieber  $e$  so lange nieder, bis die drei Punkte  $a\ c\ d$  in eine gerade Linie zu liegen kommen. Der Druck wird sodann durch die Matrise  $m$  auf den unteren Klotz  $B$  übertragen, der durch vier kräftige Gestellteile  $D\ D$  mit  $A$  verbunden ist. Damit bei der Rückwärtsbewegung sich sowohl die Hebel als der Stempel  $e$  in die ursprüngliche Lage zurückbegeben, sind die Drehzapfen  $a$ ,  $c$  und  $d$  durch seitwärts liegende Schienen aus Band-eisen aneinander aufgehängt. Die Schwingung des Hebels geschieht durch eine Schubstange  $S$ , welche durch Kurbel, Exzenter etc. bewegt werden kann. — Die vollkommenste Kniehebelpresse dieser Art ist die Uhlhornsche Prägmaschine zum Prägen von Münzen.

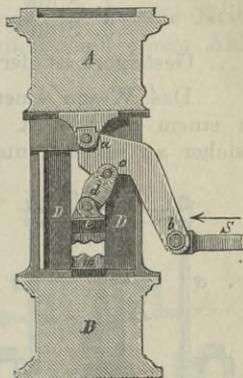


Fig. 215.

Die hydraulischen Pressen<sup>1)</sup> dienen sowohl zum Schmieden (hydr. Schmiedepressen) als zu anderen Umformungsarbeiten und der Hauptteil dieser Pressen besteht demnach aus einem Preßkolben, der mit dem Werkzeug (Hammer, Stempel etc.) ausgestattet ist und sich in einem gewöhnlich vertikalen Zylinder durch eingepreßtes Wasser abwärts bewegt. Bezeichnet man den Gesamtdruck, der zur Wirkung kommt, mit  $P$ , die Druckeinheit mit  $p$  und die gedrückte Fläche mit  $F$ , so ist  $P = p F$ , so daß man bei entsprechender Wahl von  $p$  und  $F$  beliebige Druckkräfte zur Verwendung bringen kann. Aus dem Grunde sollten an diesen Pressen Vorrichtungen nicht fehlen, welche eine Veränderung der Druckeinheit oder der gedrückten Flächen und in den meisten Fällen eine Drucksteigerung zulassen. Zur Erzeugung der Wasserpressung dienen Druckpumpen mit Dampfmaschinen- oder elektrischem Antrieb, oder sog. Übersetzer — d. h. Taucherkolben, die von direkt angeschlossenen Dampf-kolben in das Wasser gedrückt werden —, oder Kraftsammler (Akkumulatoren), in welche das Wasser von der Pumpe eingedrückt wird, um unter dem Drucke einer Gewichtsbelastung oder gepreßter Luft (Luftakkumulatoren) den Pressen zuzufließen. Zur Ersparung von Druckwasser läuft dem Preß-zylinder solange Wasser mit geringem Druck aus einem besonderen Behälter zu (Vorfüllung), bis das Werkzeug das Arbeitsstück berührt: in dem Augenblicke tritt erst die größere Druckwirkung ein. Nach vollendeter Preßarbeit erfolgt die Hebung des Preßkolbens ebenfalls entweder durch Wasser- oder Dampfdruck. — Bei gleichbleibendem Wasserdruck erreicht man die Steigerung des Arbeitsdruckes am einfachsten und deshalb am gebräuchlichsten durch Anordnung mehrerer Preßkolbenflächen, die der Reihe nach zur Anwendung gelangen können. Sind z. B. drei Flächen von der Größe  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  angeordnet, so ist die Pressung in 6 Abstufungen möglich, wenn  $F_3 > F_2 > F_1$  ist, nämlich  $p F_1$ ,  $p F_2$ ,  $p F_3$ ,  $p (F_1 + F_2)$ ,  $p (F_1 + F_3)$ ,  $p (F_1 + F_2 + F_3)$ . Bei

1) Polyt. Zentralbl. 1863, S. 1249; 1864, S. 228. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1887, S. 253; 1890, S. 857; 1891, S. 1353; 1892, S. 222; 1893, S. 628; 1895, S. 906, 1374, 1511, 1902; 1898, S. 1170, 1898; 1890, S. 1329, 1801; 1901, S. 45; 1902, S. 1389; 1903, S. 508. — Dinglers Journ. 169, 413; 178, 430; 252, 313; 259, 489; 260, 362; 267, 342; 272, 203; 279, 55; 280, 10; 281, 12; 282, 216; 284, 221; 289, 62, 121; 295, 94; 296, 239; 297, 249; 303, 33; 305, 25, 428; 307, 123; 309, 184; 310, 130, 144, 168; 315, 428. — Stahl und Eisen 1890, S. 690; 1892, S. 162; 1894, S. 901, 1071; 1898, S. 314; 1901, S. 31. — Masch.-Konstr. 1902, S. 101. — Zeitschr. f. Werkzeug. 1899, S. 377; 1902, S. 486.

drei Abstufungen unter Anwendung eines Einheitsdruckes von 500 Atm. und dreier Preßzylinder nebeneinander von je 2000 qcm Weite würde erhalten:

- |                    |                                |
|--------------------|--------------------------------|
| 1. Stufe . . . . . | 500 . 2000 = 1 Million kg,     |
| 2. Stufe . . . . . | 2 . 500 . 2000 = 2 Million kg, |
| 3. Stufe . . . . . | 3 . 500 . 2000 = 3 Million kg. |

Gesteigert ist der Gesamtdruck bis 14 Millionen kg.

Das Wesen einer einfachen Schmiedepresse geht aus Fig. 216 hervor. In einem Zylinder A verschiebt sich ein starker, gut abgelideter Kolben B, welcher an seinem unteren Ende C eine Art Hammer und unmittelbar darüber ein Führungsstück D besitzt, das an den Führungen FF gleitet, um ein seitliches Ausweichen der Kolbenstange zu verhindern. Eine schwere Fundamentplatte G trägt zunächst zur Aufnahme des Arbeitsstückes die Unterlage H und ist sodann durch die Säulen F, F mit dem Träger L des Preßzylinders verbunden. Das Druckwasser tritt durch das Rohr q ein und zwar von einer Druckpumpe, welche durch einen rascheren Gang die Drucksteigerung bewirkt. Zum Heben des Kolbens ist das Querhaupt D mittelst der beiden Stangen s, s und dem Querträger t mit dem Taucherkolben k in dem Preßzylinder E verbunden, in den Druckwasser eingelassen wird. — Bei dieser Ausführung erfolgt der Niedergang des Kolbens auch vielfach zuerst durch Eintreten von Wasser mittelst eines direkten Dampfdruckes durch das Rohr q, indem dieses Rohr z. B. in den Wasserraum eines Dampfkessels tritt. Hört das Niedergehen des Kolbens infolge des Widerstandes dann auf, so wird durch ein Ventil der Wasserzutritt abgesperrt und durch Öffnen eines Dampfventils Dampf auf einen Kolben von großer Oberfläche geleitet. Die Stange dieses Dampfkolbens bildet nun den Kolben einer Preßpumpe, welche ebenfalls durch das Rohr q mit

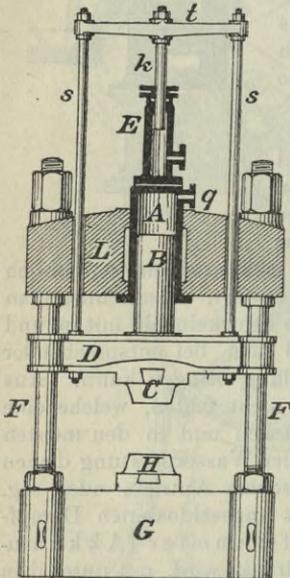


Fig. 216.

dem Zylinder A in Verbindung steht, so daß also der Wasserdruck im umgekehrten Verhältnisse der Kolbenoberflächen vergrößert auf den Kolben B zur Wirkung kommt.

Die Anordnung einer sehr vollkommenen Schmiedepresse von Trappen, welche einen Druck bis 1000 Tonnen auszuüben vermag und mittelst einer von einer Dampfmaschine betriebenen Wasserdruckpumpe gespeist wird, geht aus Fig. 217 hervor. Sie besteht dem Wesen nach aus einem festen Preßzylinder A und einem beweglichen Preßzylinder B, der eine Fortsetzung des zu A gehörenden Preßkolbens I bildet und mit Hilfe eines Querstückes CC an Säulen FF geführt wird. Der in den Preßzylinder B eingepaßte Kolben II trägt den eigentlichen Preßhammer P, unter dem sich zur Aufnahme des Arbeitsstückes die auf der Grundplatte befestigte Unterlage H befindet. Vermittelst Regulierventile im Ventilgehäuse d, welche von einem Arbeiter in dem Stande K durch Händel, Zugstange und Hebel betätigt werden, erfolgt zunächst der Eintritt von Druckwasser durch das Zweigrohr a in den Zylinder A unter einem Drucke von nur 4 bis 5 Atm., um den Arbeitszylinder B mit dem Preßhammer P in die passende Lage zum Arbeitsstücke zu bringen, und darauf der Eintritt von Druckwasser durch das Rohr b in den Arbeitszylinder B,

um den Kolben II und damit den Preßhammer P mit einem auf 500 Atm. zu steigenden Drucke zur Wirkung zu bringen. Die drei hydraulischen Zylinder c, c und d bewirken den Rückzug sowohl des Kolbens II als des Arbeitszylinders B mit Kolben I, indem Zylinder B mittelst zweier Stangen an dem Kolben e und Kolben II mittelst je zweier Stangen s s an die Kolben der Zylinder c c angehängt sind und sämtliche drei Zylinder mit einem Akku-

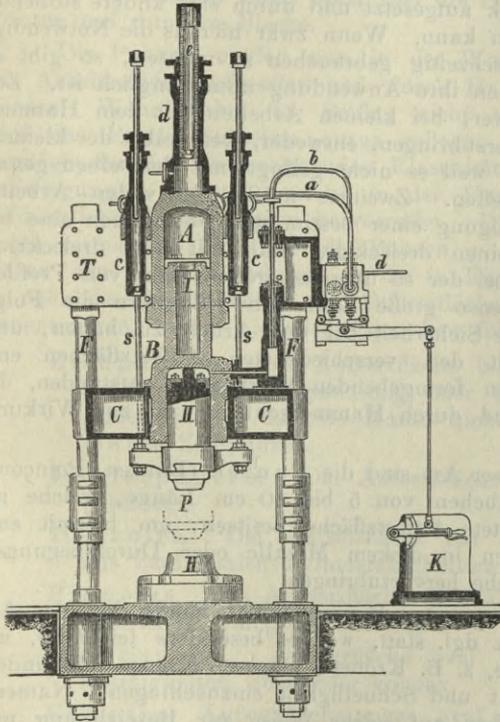


Fig. 217.

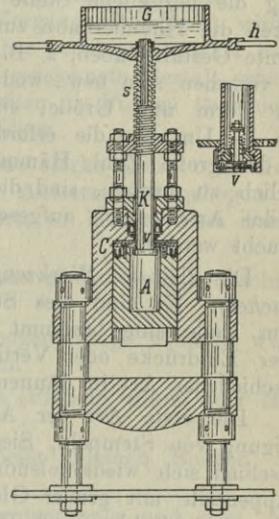


Fig. 218.

mulator mit Druckwasser von 30 Atm. derart ohne Steuerung in Verbindung stehen, daß dieser nur ein Gegengewicht bildet.

Bei einer neuen sehr bemerkenswerten Anordnung<sup>1)</sup> wird (Fig. 218) in den mit Wasser gefüllten Preßkolben A von oben her ein Wasserverdränger K eingeschoben, der nicht nur den Kolben abwärts schiebt, sondern je nach dem in A hervorgerufenen Druck die Preßkraft steigert. Für den Handbetrieb dient hierzu eine Schraube s, welche von dem Handrad h gedreht wird und einen Druck bis 40 ton erzeugen kann. Dieselbe bewirkt auch das Heben des Kolbens A beim Rückdrehen. Das beim Abwärtsgehen von A zur Füllung des Zylinders C erforderliche Wasser läuft durch die hohle Spindel s und K aus dem Behälter G durch ein federbelastetes Ventil v (Nebenbezeichnung) zu, das sich beim Eintritt einer Drucksteigerung schließt, beim Aufwärtsgange wieder öffnet. — Zum Betriebe dieser Presse durch Wasser von geringer Pressung wird der Kolben K mit einem entsprechend großen Scheibenkolben verbunden, der in einem auf dem Preßzylinder C stehenden Zylinder unter

1) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1903, S. 508.

Wasserdruck gesetzt wird, der infolge der großen Übersetzung einen zum Schmieden großer Stücke hinreichenden Preßdruck erzeugt.

### C. Punzen, Stempel, Setzhammer, Gesenke, Stanzen.

Es wurde bereits oben S. 156 hervorgehoben, daß das formgebende Werkzeug auch auf das Arbeitsstück aufgesetzt und durch eine andere stoßende Masse zur Wirkung gebracht werden kann. Wenn zwar hieraus die Notwendigkeit erwächst, zwei Werkzeuge gleichzeitig gebrauchen zu müssen, so gibt es doch eine Menge Fälle, bei welchen ihre Anwendung unumgänglich ist. Zunächst fällt es z. B. oft sehr schwer, bei kleinen Arbeiten mit dem Hammer die gewünschte Formänderung hervorzubringen, entweder, weil selbst der kleinste Hammer noch zu plump ist oder weil es nicht gelingt, mit demselben genau genug die bezügliche Stelle zu treffen. Zweitens müßte bei vielen Arbeitsstücken die Hammerbahn zur Erzeugung einer bestimmten Form auch eine bestimmte Gestalt haben, z. B. für einen dreieckigen Stab mit einer dreieckigen Nut versehen sein usw., wodurch bei der so überaus großen Zahl von Profilen nach Form und Größe, eine ebenso große Zahl von Hämmern die Folge wäre. — Um also die erforderliche Sicherheit bei der Arbeit zu haben, und um die große Zahl Hämmer mit den verschiedensten Aufsetzflächen entbehrlich zu machen, sind diejenigen formgebenden Werkzeuge entstanden, die auf das Arbeitsstück aufgesetzt und durch Hammerschläge usw. zur Wirkung gebracht werden.

Die kleinsten Werkzeuge dieser Art sind die Punzen (Bunzen, Poinçons, *Punches*). Es sind dies Stahlstäbchen von 5 bis 10 cm Länge, welche an einem Ende eine bestimmt gestaltete Aufsetzfläche besitzen, um hiermit entweder Eindrücke oder Vertiefungen in dickem Metalle oder Durchbiegungen verschiedener Art in dünnem Bleche hervorzubringen.

Die erste Art der Anwendung der Punzen findet häufig bei der Anfertigung von Stempeln, Siegeln u. dgl. statt, weil es besonders leicht ist, mit denselben sich wiederholende Teile, z. B. Kronen, Sterne, Kreuze und andere Wappenteile mit großer Gleichheit und Schnelligkeit einzuschlagen. Namentlich werden Zahlen und Buchstaben auf solche Weise zur Bezeichnung und Numerierung von Gegenständen sowohl, als zur Anfertigung von Aufschriften etc. mit Zahlenpunzen (*Chiffres*) und Buchstabenpunzen (*Lettres, Letter-punches*) hervorgebracht, welche die Zahlen und Buchstaben an der Aufsetzfläche verkehrt erhalten, wenn die Schrift direkt gelesen oder zur Anfertigung verkehrter Schrift, z. B. bei den Gießformen (*Matrizen*) der Schriftgießer benutzt werden, und recht, wenn die Schrift erst durch einen Abdruck zum Vorschein kommen soll, wie z. B. bei Siegeln, Druckplatten usw. Ebenso können die verkehrten als rechte Punzen benutzt werden (*Gegenpunzen, Kontrepunzen, Contre-poinçons*).

Sind die Punzen dazu bestimmt, in dünnem Bleche Eindrücke (*Durchbiegungen*) hervorzubringen (*Treiben, Repousser, Ciseler, Chase*), so daß auf der Rückseite die Eindrücke erhaben zum Vorschein kommen, so ist entweder eine nachgiebige oder eine solche Unterlage notwendig, welche der Aufsetzfläche der Punze umgekehrt gleich ist. Gewöhnlich zieht man eine nachgiebige Unterlage vor und bildet sie aus einer Mischung von Pech und Ziegelmehl (2 T. Pech und 1 T. Ziegelmehl), welcher man etwas Wachs, Terpentin oder Talg zusetzt. Diese Masse (*Treibpech, Treibkitt, Ciment*) wird erwärmt in einer dicken Schicht auf das Blech aufgetragen und zugleich zur

Vermeidung des Ausrutschens mit der unteren Seite auf die ebene Fläche einer Halbkugel (Treibkugel, Boulet, *Pitsch-bloc*) geklebt, welche auf einem Ring liegend ein Wenden und Drehen nach allen Richtungen zuläßt. — Manche hohle Gegenstände (hohle Siegelringe, Gold- und Silberschmuck) werden mit Treibkitt ausgefüllt, der auch beim späteren Gebrauche darin bleibt und einige Sicherheit gegen das Eindrücken dieser dünnen Blechwände gewährt. — Mitunter dient auch Blei als Unterlage für die Arbeit der Punzen auf dünnem Bleche.



Fig. 219.

Die Punzen werden nun in der Weise gebraucht, daß sie auf das Arbeitsstück aufgesetzt und durch Hammerschläge eingeschlagen werden. Wenn dabei der Schlag nicht vollständig achsial ist, so wird das Punzen-Stäbchen etwas gebogen, aber auch sofort wieder vermöge der ihm innewohnenden Elastizität gerade gestreckt und in Schwingungen versetzt, welche in der Hand des Arbeiters oft sehr schmerzliche Empfindungen hervorrufen. Dieser Vorgang (Prellen) wird dadurch vermieden, daß man die Punzen in der Mitte bedeutend stärker macht, als an den Enden, wodurch sie die in Fig. 219 gezeichnete Gestalt erhalten. Je nach der Beschaffenheit der Aufsetzfläche a erhalten die Punzen verschiedene Benennungen, wovon die wichtigsten hier folgen mögen.

**Ziehpunzen.** Die Aufsetzfläche bildet eine starke Linie oder Kante, welche entweder geradlinig oder in der Aufsetzebene gebogen und poliert ist. — Ist die Kante nicht poliert, so heißen diese Punzen matte Ziehpunzen.

**Lupferpunzen.** Die Aufsetzfläche ist aus einem Zylinderabschnitte gebildet.

**Hachoirs.** Die Aufsetzfläche hat eine bogenförmige Kante, welche aus zwei hohlen Zylinderabschnitten besteht.

**Planoirs.** Die Aufsetzfläche ist oval, eben (*Planoirs plats*) oder etwas konvex (*Pl. méplats, bombés*).

**Mattpunzen.** Aufsetzfläche oval mit vielen kleinen Spitzen und Rauigkeiten, eben oder konvex.

**Frisoirs.** Aufsetzfläche spitz-, oval oder rautenförmig und eben, etwa 6 mm lang und 2 mm breit mit kleinen Grübchen (*Grains*), deren Zahl bis 100 steigt.

**Haarpunzen.** Aufsetzfläche länglich, viereckig, rund, oval, blattförmig, eben, konvex oder konkav und mit kleinen Streifen versehen.

**Pointeaux** mit konvexer, halbkugeliger Aufsetzfläche.

**Perlenpunzen** (*Perloirs, Surloirs*) mit konkaver, halbkugeliger Aufsetzfläche.

**Rosenpunzen.** Aufsetzfläche trichterförmig vertieft und auf dem Rande mit bis 12 kleinen Spitzen versehen.

**Grainpunzen.** Die kreisrunde oder ovale, ebene oder konvexe Aufsetzfläche ist ganz mit kleinen halbkugeligen Wärzchen oder sich kreuzenden Linien versehen.

Da es sehr zeitraubend ist größere Flächen mit den kleinen Punzen zu bearbeiten, so wendet man namentlich in den Fällen, wo eine Wiederholung derselben Arbeit oft stattfindet, auch Punzen von der Größe an, daß sie mit der Aufsetzfläche entweder die ganze Arbeitsfläche oder wenigstens einen großen Teil derselben auf einmal bedecken. Solche Arbeiten, welche allgemein den

Namen *Stempel* (*Étampe, Stamp, Die*) führen, haben eine vielseitige Verwendung. Sie erzeugen entweder durch Verschiebung der Moleküle nur an der Oberfläche des Arbeitsstückes Erhabenheiten und Vertiefungen (Reliefs), oder sie bringen auf der Rückseite des Arbeitsstückes ebenfalls Reliefs hervor, die entweder verkehrte Kopien der Oberseite sind (z. B. wenn der Gegenstand aus dünnem Bleche hergestellt wird) oder vollständig davon verschieden (wie bei Münzen, Medaillen etc. die Avers- und Reversseite).

Ist die Aufsetzfläche des Stempels viereckig, eben und rechtwinklig gegen die Seiten gestellt, so kann man damit besonders rechtwinklige Vertiefungen oder Ansätze herstellen, oder, wenn diese mit dem Hammer schon verarbeitet sind, scharf und genau ausbilden. Diese Stempel werden zum sicheren Halten mit einem Stiele versehen, wodurch sie eine größere Ähnlichkeit mit einem Hammer, und den Namen *Setzhammer* (*Setzstempel, Chasse, Sethammer*) bekommen, Fig. 220. Steht die Aufsetzfläche rechtwinklig zur Achse des Werkzeugs, so heißt es ein *gerader Setzhammer A*. Ist die Fläche aber schräg dagegen gestellt, so heißt es *schräger Setzhammer* oder *Ballhammer B*. *Runder Setzhammer C* wird derjenige genannt, welcher, wie die Finne eines Hammers einen Zylinderabschnitt als Aufsetzfläche besitzt und zur Ausbildung rund ausgeschweiften Ansätze dient.

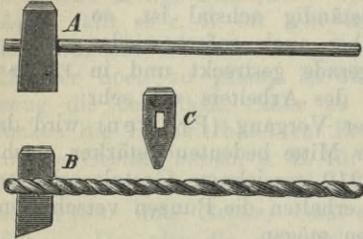


Fig. 220.

Die Setzhämmer werden durch auf den Kopf geführte Schläge in das Metall eingetrieben und geben deshalb, wenn der Schlag nicht genau über die unterstützten Punkte fällt, zu heftigen Erschütterungen (Prellen) am Ende des Stiels Veranlassung, weshalb der Stiel entweder ganz lose und wackelig in dem Setzhammer sitzen oder aus nachgiebigem Material (Stuhlrohr, Weidenruten B etc.) hergestellt werden muß.

Alle diejenigen Arbeitsstücke, welche solche Profile haben, daß die geraden Begrenzungsflächen nicht in parallelen Ebenen liegen (wie z. B. bei allen regelmäßigen Prismen und Pyramiden von ungerader Seitenzahl 3seitig, 5seitig usw.), oder daß diese Flächen rund (konvex oder konkav) sind, oder daß auf ihnen Erhöhungen mit Vertiefungen abwechseln (wie z. B. ein Stab mit kugeligen Erhöhungen [Eierstab, Perlstab]), können entweder mit dem Hammer gar nicht oder nur annähernd ausgearbeitet werden und bedürfen daher zur Ausarbeitung solcher Stempel, welcher zur Hervorbringung der richtigen Gestalt das verlangte Profil umgekehrt enthalten. Hierbei kann sodann eine entsprechend profilierte Unterlage nicht nur wesentliche Unterstützung gewähren, sondern, da man ja auch oft ebenso gut das Metall in solche profilierte Unterlagen eintreiben kann, sogar allein ausreichend sein. Diese Unterlagen und Stempel bilden dann vertiefte Formen, deren Herstellung nach denselben Prinzipien stattfinden muß, wie die Herstellung der Formen für flache Gußstücke S. 97, d. h. so, daß keine Unterscheidungen vorkommen.

Wenn diese Formen namentlich dazu gebraucht werden, glühend gemachtes Eisen zu gestalten (Schmieden), so heißen sie *Gesenke* [(*Étampe, Étampe, Swage, Bosse, Print, Mould, Shaper*); Gesenkschmieden, Formschmieden, (*Étamper, Étamper, Swage*)]; der Stempel wird besonders *Obergesenk* (Obertheil, Dessur, *Top-swage*), die Unterlage *Untergesenk* (Unterteil, Dessous, *Bottom-swage, Die*) genannt.

Wenn diese Formen namentlich dazu gebraucht werden, glühend gemachtes Eisen zu gestalten (Schmieden), so heißen sie *Gesenke* [(*Étampe, Étampe, Swage, Bosse, Print, Mould, Shaper*); Gesenkschmieden, Formschmieden, (*Étamper, Étamper, Swage*)]; der Stempel wird besonders *Obergesenk* (Obertheil, Dessur, *Top-swage*), die Unterlage *Untergesenk* (Unterteil, Dessous, *Bottom-swage, Die*) genannt.

Das Untergesenk ist ein Stahlklotz, Fig. 221, der auf den Amboß gelegt und durch einen nach abwärts gekehrten viereckigen Zapfen *a*, der in ein Loch der Amboßbahn gesteckt wird, oder durch einen auf dem Amboße liegenden Ring festgehalten wird, oder der, wenn er groß sein muß, z. B. zum Schmieden von großen Achszapfen, Fig. 222 u. dgl. selbst einen Amboß mit profilierter Bahn bildet, der mit Schwalbenschwanz und Keil auf der Chabotte befestigt wird. In letzterem Fall bringt man auch wohl mehrere Profile nebeneinander an. — Der früher viel gebrauchte Gesenkstock, welcher aus einem viereckigen Gußeisenklotz besteht, an welchem vier Seiten eine ganze Auswahl Profile erhalten, ist jetzt nur noch ganz vereinzelt in Anwendung. — Das Ober-

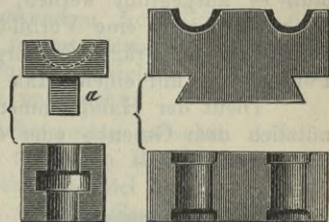


Fig. 221.

Fig. 222.

gesenk wird bei gewöhnlichen Arbeiten wie der Setzhammer mit einem Stiele versehen (Gesenkhammer) und in der Regel von einem Arbeiter gehalten, während ein anderer Arbeiter darauf schlägt. Große Obergesenke für den Gebrauch mit Dampfhämmern etc. werden hier an Stelle des Hammerkopfes ebenfalls mit Schwalbenschwanz und Keil am Hammerklotze befestigt. — In welchem Fall zweiteilige Gesenke (Obergesenk und Untergesenk) oder einteilige Gesenke, d. h. nur Obergesenk oder nur Untergesenk angewendet werden, ergibt sich leicht aus der Natur des Arbeitsstückes, das z. B. immer zweiteilige Gesenke fordert, wenn es ein Rotationskörper ist.

Wenn die oben erklärten Formen wesentlich den Zweck haben, das Metall kalt zu bearbeiten, so führen sie nicht mehr den Namen Gesenke, sondern die Unterlage wird dann: Stanze, Stampfe oder Matrize (Estampe, Matrice, *Matrice*, *Die*), der Stempel auch Oberstempel, Gegenstempel genannt, wenn derselbe in die Stanze paßt, oder Prägstempel, wenn er gleich der Stanze ebenfalls, wie z. B. bei der Anfertigung von Münzen, Medaillen etc., vertieft ist. Hierbei erklärt es sich ebenfalls von selbst, daß die Stanze allein zur Bearbeitung genügt, wenn nur eine Seite des Arbeitsstückes Formänderungen erleiden soll, daß aber Stanze und Stempel in allen anderen Fällen erforderlich sind. Ein einfaches Beispiel letzterer Art liefert die Darstellung halbkugeligter Erhöhungen (Buckel) aus Blech oder in Blech: der Stempel hat eine kugelförmige Aufsetzfläche (Buckeleisen, Vertiefstempel, Bouterolle, *Stamp*) Fig. 223 *a*, die Unterlage *b* dahingegen besitzt kugelförmige Vertiefungen und heißt Anke (*Dé à emboutir*, *Thimble*).

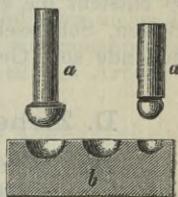


Fig. 223.

Während die Gesenke stets aus hartem Material, gewöhnlich aus Stahl oder Eisen mit Stahl belegt, hergestellt werden müssen, kann man bei den Stanzen und Stempeln in vielen Fällen Bronze, Messing, Kupfer oder Blei benutzen, wodurch der Vorteil entsteht, daß man durch Aufgießen dieser Metalle auf den Stempel oder die Stanze, oder durch Einpressen in dieselben einen Formteil mit Hilfe des anderen herzustellen imstande ist.

Zur Hervorbringung der notwendigen Schlag- oder Druckkraft bedient man sich bei der Formgebung mit Stempeln und Stanzen (Pressen oder Prägen in Stanzen; Stampfen, Stanzen, Estamper, *Stamp*) gewöhnlich des Fallwerkes, des Stoßwerkes oder der Presse. Der Oberstempel wird dann mit dem Hammer oder dem Schieber, der Unterstempel mit der festen Unterlage, einer Art Chabotte, verbunden und durch Stellschrauben Fig. 210 auf S. 174 eingestellt und befestigt. Das Arbeitsstück liegt auf dem Unterstempel und erhält

je nach der Natur der Veränderung eine Anzahl Schläge oder Stöße, um allmählich die Gestalt der Stanze anzunehmen, weil ein plötzliches Eintreiben durch einen Schlag nur in einzelnen Fällen ohne Zerreißen des Arbeitsstückes möglich ist. Wird das Metall dabei vor der Vollendung der Form hart, so muß es ausgeglüht werden. In einzelnen Fällen wird durch ein besonderes Vorschlagen eine Vorbildung und darauf erst die Ausbildung der Gestalt durch Pressen, Prägen hervorgebracht, in manchen Fällen dahingegen die ganze Formgebung mit einem Male bewirkt, z. B. beim Münzprägen.

Dient der Handhammer zur Erzeugung des Schlages, so ist es mitunter nützlich dem Gesenke oder dem Stempel eine sichere Führung zu geben, um zugleich die zweite Hand des Arbeiters frei zu machen. Man stellt diese Führung entweder auf diese Weise her, daß man die Formen a, b an den zwei Enden eines Bügels Fig. 224 anbringt, der durch eine Feder aufwärts geschnellt wird, und den man mit dem Stücke C im Schraubstocke einspannt; oder indem man dem Stempel eine senkrechte Führung gibt. Diese letzte Einrichtung (Schlagwerk, Machine à gouttine, *Swage tool*) besteht aus einem starken Bügel oder torartigem

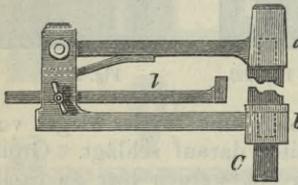


Fig. 224.

Bogen, durch den ein vertikaler Schieber geht, welcher den Stempel aufnimmt, einem Querstück zur Aufnahme des Unterstempels und einer Angel zum Einstecken in einen Klotz etc. Wenn diese Schlagwerke Blechstreifen profilieren sollen, ist es zweckmäßig, für letztere ein Führungslinéal anzubringen, wie bei l zu erkennen ist.

Wenn ein Gesenk durch Exzentrerscheiben bewegt, also niedergestoßen wird, so entsteht die zur Herstellung vielgebrauchter Gegenstände (Schraubenmutter, Bolzen, Schlüssel etc.) in Schmieden, Reparaturwerkstätten vielfach Verwendung findende sog. Gesenkschmiedemaschine (S. S. 175).

#### D. Zieheisen, Ziehbank, Seckeneisen, Drahtpresse.

Die vorstehend beschriebenen Werkzeuge zeigen bei ihrer Anwendung, daß sie nur befähigt sind, eine Formänderung von größerer Ausdehnung durch Wiederholung ihrer Einwirkung hervorzubringen. Z. B. kann ein Rundstab in einem Gesenke nur dadurch hergestellt werden, daß das Metall nach jedem Stoße oder Schläge auf das Obergesenke um die Gesenklänge vorgeschoben wird; ein Metallstück ist nur mittelst einer außerordentlich großen Anzahl Hammerschläge durch Strecken und Ausbreiten in eine dünne Platte zu verwandeln u. dgl. m. — Diese Art der Behandlung fördert die Arbeit nur mit großem Zeitaufwande und Zeitverluste, wenn man die auf die Vorbereitung eines Schlages erforderliche Zeit als verloren betrachtet, hat außerdem in vielen Fällen durch wiederholtes Erhitzen, durch fortwährendes Transportieren etc. manche andere Verlustquellen zur Folge und gestattet in den seltensten Fällen die Hervorbringung genauer Arbeitserzeugnisse. Zur Vermeidung obiger Verluste ist es notwendig und ausreichend, das formgebende Werkzeug und die Kraftübertragung so anzuordnen, daß es ununterbrochen und in genau abgemessenem Abstände über die Stellen des Arbeitsstückes hinwegschreitet, welche die Formänderung erleiden sollen, oder daß es diese Stellen ziemlich zu gleicher Zeit trifft. — Da die letzte bei einigen Arbeiten anwendbare Methode schon beim Stanzen etc. erwähnt wurde, so genügt es hier, die erstere in Betrachtung zu ziehen.

Die Stetigkeit der Einwirkung kann augenscheinlich auf folgenden Wegen erreicht werden:

Erstens. Das Metall wird durch eine festgehaltene Öffnung hindurchgedrückt. — Es nimmt hierbei die Querschnittsgestalt dieser Öffnung an.

Zweitens. Das Werkzeug wird mit entsprechendem Normaldrucke über das Arbeitsstück weggeschoben. — Hierbei nimmt dieses sowohl auf der oberen als auf der unteren Fläche die Gestalt an, welche den Aufsetzflächen des Werkzeuges und der Unterlage entspricht.

Da es in beiden Fällen nur auf die Relativbewegung zwischen Arbeitsstück und Werkzeug ankommt, so schließen die folgenden Betrachtungen die Umkehrungen in den Bewegungen ohne weiteres ein. — Bei dem ersten Verfahren erzielt man ein Produkt, welches durchaus von der Gestalt der Öffnung abhängig ist, insofern als dasselbe an allen Stellen Querschnitte erhält, die unter sich und mit dieser Gestalt kongruent sind. Die auf solche Weise erreichten Veränderungen in den Dimensionen des Querschnittes bilden den Maßstab für die Deformation und die hierzu erforderliche Kraft, beziehungsweise Arbeit.

Unter der Annahme, daß die Querschnittsfiguren geometrisch ähnlich und die anderen Verhältnisse (Reibung, Erwärmung etc.) gleich bleiben, ist die Druckkraft  $K$  proportional der Querschnittsabnahme und daher, wenn die Kraft für die Einheit des Querschnittes mit  $k$ , die ursprüngliche Querschnittsfläche mit  $F$  und die nächstfolgende, gewonnene mit  $F_1$  bezeichnet wird.

$$K = (F - F_1) k.$$

Die wirkliche Größe der Kraft  $K$  hängt dabei außerdem von mehreren Umständen ab, insbesondere von dem natürlichen Widerstande eines jeden Metalles, von der Beschaffenheit der Öffnung, d. h. von ihrer Gestalt und Glätte, von der Art, wie die Kraft angewendet wird, d. h. ob sie drückend oder ziehend auftritt — da sie im ersten Fall das Metall vor der Öffnung zusammenpreßt und die Reibung vermehrt —, von der Oberflächenbeschaffenheit des Arbeitsmaterials usw.

Eine aufmerksame Betrachtung des Vorganges, der beim Durchziehen eines Metalles durch ein Loch (Ziehen, Tréfilage, *Drawing*) stattfindet, läßt erkennen, welche Beziehungen zwischen der Beschaffenheit des Ziehloches (Trou, *Drawing hole*) und der Zugkraft eintreten und wann das günstigste Resultat zu erzielen ist. — Wenn der Einfachheit wegen (Fig. 225) angenommen wird, daß der Querschnitt des Ziehloches kreisförmig und vom Durchmesser  $d_1$  ist, während das Metall vor dem Zug den Durchmesser  $d$  hat, so ist also die

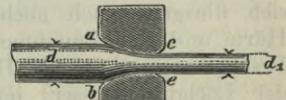


Fig. 225.

Flächendifferenz  $\frac{(d^2 - d_1^2)\pi}{4}$  und die zur Deformation erforderliche Kraft

$$K = \left( \frac{d^2 - d_1^2}{4} \right) \pi k.$$

Diese Kraft ist jedoch als Zugkraft auch diejenige, welche auf das Metall zerreißend wirkt und zwar auf die Querschnittsfläche  $\frac{d_1^2\pi}{4}$ . Bezeichnet man den Zerreißungskoeffizienten mit  $s$ , so ist also  $K$  immer kleiner zu nehmen als  $s \frac{d_1^2\pi}{4}$ . Gleichgewicht wird vorhanden sein, wenn  $K = s \frac{d_1^2\pi}{4}$  ist, dann wird:

$$\frac{d^2 - d_1^2}{4} \pi k = s \frac{d_1^2 \pi}{4}$$

$$\text{oder } \frac{k}{s} = \frac{d_1^2}{d^2 - d_1^2}; \text{ also } k = s \left( \frac{d_1^2}{d^2 - d_1^2} \right)$$

$$\text{und auch } \frac{d_1}{d} = \sqrt{\left( \frac{k}{k + s} \right)}.$$

Diese Gleichung zeigt die äußerste Grenze, bis zu welcher die Verdünnung gehen kann, sowie daß die Reduktion des Durchmessers  $d$  auf  $d_1$  auch für jedes Metall anders sein wird. Das Verhältnis  $\frac{k}{s}$  kann man zweckmäßig die Ziehbarkeit nennen, — denn von seinem Vorhandensein hängt die Möglichkeit Metall zu ziehen überhaupt ab — und das Verhältnis  $\frac{d_1}{d}$  den Verdünnungskoeffizienten. Betrachtet für die Wirklichkeit, gibt diese Gleichung viel zu große Werte, weil noch andere Faktoren mit in Betracht gezogen werden müssen und weil die Werte für  $k$  und  $s$  sehr schwankend sind. Vor allem aber kommt es darauf an, den Wert für  $k$  möglichst klein zu machen. Dies erreicht man zunächst dadurch, daß man den Reibungswiderstand in dem Ziehloche tunlichst vermindert durch gute Schmierung und großer Glätte, weshalb die Löcher poliert werden. — Sodann soll die Verdünnung nicht plötzlich, sondern allmählich eintreten, weil sie eine hohe Spannung und daher im Ziehloche eine Kompression von der Größe verlangt, daß die inneren Kräfte des Materials im Gleichgewichte bleiben und weil diese Kompression mit der Verdünnung Schritt halten muß. Das Ziehloch verengt sich demgemäß von außen nach innen allmählich zu dem Durchmesser, mit welchem das Metall austreten soll und bildet (Fig. 225) einen Trichter mit der Anfangsöffnung ab, die nach und nach in einen Zylinder übergeht und zwar, um die geringste Reibung zu erzeugen, nach der sog. Antifrikionskurve. An der Austrittsseite  $ce$  wird die Kante ebenfalls abgerundet, damit bei einer unvermeidlichen Ablenkung von der geraden Richtung kein Abschaben oder Plattdrücken des Metalles eintritt.

Die beim Durchgange durch das Ziehloch eintretende Kompression äußert sich übrigens auch noch an dem durchgezogenen Metalle durch eine große Härte und eine Zunahme des spezifischen Gewichtes, und ist die Ursache der Erscheinung, daß der Durchmesser des Arbeitstückes immer größer ist als der Lochdurchmesser, indem unmittelbar nach dem Zuge die Moleküle sich wieder voneinander entfernen. Auch liegt hierin zum Teil der Grund für die größere absolute Festigkeit eines gezogenen Metalles<sup>1)</sup>, weil die Moleküle wahrscheinlich die günstigste gegenseitige Lage angenommen haben. Soll daher der Durchmesser des gezogenen Metalles gleich demjenigen des Ziehloches sein, so muß es zwei- oder dreimal durchgezogen werden. — Die Härte, welche infolge des Ziehens entsteht, fordert eine vermehrte Ziehkraft und daher von Zeit zu Zeit ein Ausglühen bei solchen Metallen, welche dasselbe vertragen. Durch dieses Glühen geht auch ein Teil der durch das Ziehen entstandenen absoluten Festigkeit und des spezifischen Gewichtes wieder verloren; dieser Verlust ist aber stets geringer als die Zunahme durch das Ziehen, so daß dennoch eine Vermehrung beider Eigenschaften durch das Ziehen erfolgt.

Bei richtiger Beschaffenheit des Ziehloches und Beobachtung derjenigen Mittel, welche die Ziehkraft so gering als möglich machen, ist trotzdem bald

1) Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1859, S. 137.

die Grenze erreicht, wo aus ökonomischen Gründen die Formänderung durch Ziehen aufhört, weil bei großen Durchmessern entweder eine zu große Kraft oder eine zu geringe Verdünnung angewendet werden muß. — Der Verdünnungskoeffizient ist nach zahlreichen Versuchen für Schmiedeeisen auf 0,9; für Stahl auf 0,95; für Messing und Kupfer auf 0,925; für Silber auf 0,85; also durchschnittlich auf 0,9 festgestellt. Diesen Wert angenommen erhält man die zum Ziehen erforderliche Kraftereinheit, wenn die Größe  $s$  bekannt ist, denn es findet statt:

$$d_1 = 0,9 d,$$

$$\text{also } d_1^2 = 0,81 d^2$$

$$\text{und daher } k = s \left( \frac{0,81 d^2}{d^2 (1 - 0,81)} \right) = s \frac{0,81}{0,19},$$

$$\text{mithin ist } k = 4,3 s.$$

Unter der Voraussetzung also, daß die Ziehkraft proportional der Flächenverminderung und der Verdünnungskoeffizient konstant ist, wird diese Ziehkraft pro qmm das 4,3 fache der absoluten Festigkeit sein. Die Totalkraft ist aber nach der obigen Formel:

$$K = \frac{(d^2 - d_1^2) \pi}{4} k = d^2 0,19 \frac{\pi}{4} 4,3 s,$$

$$\text{also } K = 0,645 d^2 s.$$

Sollte hiernach z. B. eine runde Schmiedeeisenstange von  $d = 25$  mm auf  $d_1 = 25 \cdot 0,9 = 22,5$  mm Durchmesser verkleinert werden, so würde die erforderliche Kraft sein:

$$K = 0,645 \cdot 25^2 \cdot 30 = 14040 \text{ kg},$$

wenn  $s = 30$  kg für Schmiedeeisen angenommen wird. — Dieser großen Kraft wegen beschränkt sich auch diese Art der Formverwandlung in der Regel auf geringere Dimensionen, also auf die Herstellung solcher Stäbe, die von geringem Durchmesser, aber gewöhnlich großer Länge sind und gemeinlich Draht (Fil, *Wire*) genannt werden.

Das Drahtziehloch muß sich natürlich in einem harten Körper befinden, damit dieser den erforderlichen Widerstand zu leisten vermag, und jenes sich auch wenig ausnutzt. Man nimmt daher in der Regel Stahl, selten Hartguß, (Zieheisen, Drahtzieheisen, Filière Filière à tirer, *Drawingplate Drawingplate*) und für ganz zarte Drähte (aus Gold, Silber und Platin) Edelsteine (Steinlöcher aus Rubin oder Saphir, die unter Anwendung von Diamantstaub durchbohrt werden<sup>1)</sup>). Die allmähliche Verdünnung dadurch, daß der Draht durch eine Reihe von Löchern geht, macht es wünschenswert, diese Löcher nahe beieinander zu haben. Deshalb befinden sich gewöhnlich in einer Stahlplatte eine Anzahl solcher Löcher nebeneinander, deren Durchmesser sich einmal nach dem Verdünnungsfaktor verkleinern und dann sich nach den üblichen Draht-Dicken (Nummern, Drahtnummern) richten, die mit Drahtlehren (S. 65) bestimmt und nachgemessen werden.

In Deutschland und Österreich hat man jetzt eine Drahtlehre eingeführt, deren Nummern die Drahtdurchmesser in Millimeter angeben, wenn man die Nummer mit 10 dividiert, also würde

1) Polyt. Zentr. 1867, S. 464.

Nr. 100	einer Drahtdicke	von 10	mm	entsprechen.
„ 90	„	„	9	„
„ 80	„	„	8	„
„ 50	„	„	5	„
„ 10	„	„	1	„
„ 5	„	„	0,5	„
„ 3	„	„	0,3	„
„ 2	„	„	0,2	„
„ 1	„	„	0,1	„

Die Abstufungen dieser Lehre sind ohne Rücksicht auf den Verdünnungsfaktor festgestellt, was bei den alten Lehren nicht der Fall ist.

Da beim Durchziehen eines Drahtes durch ein Ziehloch das ziehende Organ den Draht vor dem Loche fassen und so lange fortziehen soll, bis die ganze Drahtlänge das Loch passiert hat, so setzt das entweder einen Raum von der doppelten Länge des Drahtes oder die Bedingung voraus, daß der Draht bald nach dem Austritte aus dem Loche an die Seite geschafft und aufgehäuft wird, was natürlich am zweckmäßigsten durch Aufwickeln mittelst spulenartiger Einrichtungen geschieht. Die letztere Methode bietet außer der Raumersparung noch einige andere Vorteile; vor allem hat immer nur eine kleine Strecke Draht die Zugkraft auszuhalten, wodurch das häufige Abreißen wesentlich vermindert wird; sodann erhält der Draht nicht nur sogleich eine sehr passende Form für den Transport und das Ausglühen, sondern der Weg zum Transportieren wird auch sehr bedeutend verringert, da in diesem Fall der Draht nicht in der ganzen Länge zurückgezogen zu werden braucht, um durch ein neues Ziehloch zu gehen. Eine Beschränkung erleidet diese Methode dann, wenn durch die Dicke des Drahtes die Biegungswiderstände zu groß werden. In solchen Fällen wird von der ersten Methode Anwendung gemacht, also der Draht in seiner ganzen Länge gerade gerichtet gezogen und zu dem Zweck von einer Zange gefaßt, welche durch ein Zugmittel (Kette, Schnur, Riemen oder Gurt), das sich um eine sich drehende Walze oder Trommel wickelt, fortgezogen wird und bei ihrer Bewegung eine Unterstützung in einem bankartigen Gestelle findet, welches zugleich an dem einen Ende das Ziehisen und an dem anderen Ende die Vorrichtung für die Bewegung der Zugwalze trägt und Ziehbank<sup>1)</sup> (*Banc à tirer*, *Draw-bench*) heißt.

Die Ziehzange (*Pince*, *Tenaille*, *Dogs*, *Pleyer*) ist entweder eine sehr kräftig gebaute, kurzmaulige Scharnierzange mit zwei aufgebogenen Schenkeln, hinter welche sich ein Ring legt, der mit dem Zugmittel verbunden ist und durch seine Gestalt zugleich die Schenkel gehörig zusammendrückt oder sie besteht, Fig. 226, aus dem Maul *a* mit den Stangen *b*, *c*, die mit zwei Zugbändern *d*, *e* ein bewegliches Parallelogramm bilden, an dessen Eckpunkte *f* zur Aufnahme des Zug-

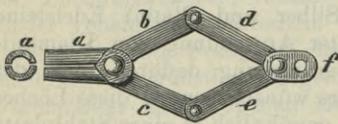


Fig. 226.

mittels ein Ring *f* sitzt. Man sieht, daß auch hier die Kraft zum Schliessen des Mauls mit der Zugkraft wächst. — Auch werden Exzenterklemmen gebraucht.

Zur Betätigung der erforderlichen Kraft ist in der Regel ein Vorgelege vorhanden, das am Ende der Ziehbank sitzt und durch Handkurbel oder Riemenscheiben in Bewegung gesetzt wird. Bisweilen wendet man auch einen Flaschenzug oder eine Zahnstange (s. später) an. Besondere Einrichtungen

<sup>1)</sup> Hütte 1862, Taf. 17. — Dinglers Journ. 146, 408; 231, 551; 244, 30; 250, 296; 254, 329; 257, 88.

bestehen in der Anwendung einer Kette ohne Ende mit selbsttätiger Auslösung der Zange am Ende des Zuges. — Mitunter macht die Zange nur eine kleine Bewegung (0,2 bis 1,0 m) und muß dann zurückkehren, um den Draht von neuem zu fassen. Da hierbei an jeder Stelle, wo der Draht gefaßt wird, Zangenbisse entstehen, welche bei fortgesetztem Ziehen sich schuppenartig an die Oberfläche des Drahtes legen und denselben schieferig machen, so ist diese Manipulation möglichst zu vermeiden. Man nennt in diesem Fall die Zange Stoßzange zum Unterschiede von der Schleppzange, welche einen langen Weg (2 bis 10 m) zurücklegt (Schleppzangen-Ziehbank).

Diejenigen machinalen Vorrichtungen, bei welchen der Draht sogleich nach dem Austritte aus dem Ziehloche aufgewickelt wird, heißen Scheibenziehbank (Leierbank, Rollenbank, Filière à bobine, Drum-bench). Die gewöhnliche Anordnung derselben geht aus Fig. 227 hervor. Das Drahtzieheisen A ist auf der Mitte der Bank BC in ein Gestell D gelegt, welches an dem einen Ende bei C die Ziehvorrichtung G, am anderen Ende B den Haspel H zum Abwickeln des Drahtes trägt. Die Ziehvorrichtung

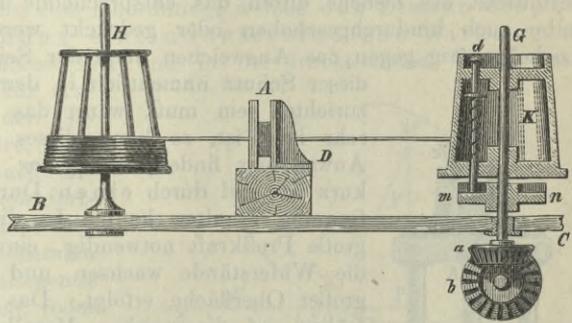


Fig. 227.

besteht aus einem stumpfen Hohlkegel K (Scheibe, Rolle, Hut, Bobine, Reel), welcher sich um eine vertikale Achse frei drehen kann. Diese vertikale Achse, welche in der Bank gehörig gelagert ist und am unteren Ende sich noch in einem Fußlager stützt (das in der Zeichnung weggelassen), trägt unten ein Kegelrad a, welches durch ein zweites Kegelrad b in Umtrieb versetzt wird. Ferner sitzt an derselben Welle eine längliche Scheibe m n, an deren Oberfläche sich zwei radiale Vertiefungen befinden, und die als Mitnehmer für den Hut K dient. Zu diesem Zwecke geht durch den Boden des Hutes eine Stange d, welche beim Niederdrücken in eine der Vertiefungen eintritt und das Mitnehmen bewirkt. Zugleich ist hier die Anordnung getroffen, daß der Hut aufhört, sich zu drehen, wenn der Draht von H abgewickelt ist. Die Stange d wird nämlich in der Vertiefung der Scheibe m n nur durch Reibung gehalten, die infolge des Druckes entsteht. Hört nun dieser Druck, also die Reibung auf, so drückt eine Spiralfeder die Stange d nach oben und bewirkt dadurch eine Ausrückung. Die Befestigung des Drahtendes mit dem Hute erfolgt gewöhnlich durch eine am Hute sitzende Zange.

In manchen Fällen ist die Herstellung einer Reihe von Ziehlöchern zur Ausbildung einer Form sehr unständlich, z. B. wenn verhältnismäßig dünne Stäbchen oder Streifen auf der Oberfläche profiliert sein sollen zur Anfertigung von Gesimsen, Leistenwerk etc. Weil dann eine Dimensionsveränderung in der Breite nicht beabsichtigt wird, genügt es nach Art der Gesenke (S. 183) ein Ziehloch anzufertigen und dasselbe in zwei Teile zu zerschneiden. Es entstehen dadurch (Fig. 228) zwei Backen a, b (Seckeneisen, Siekeneisen, Bille à mouleurs, Creasing-die), die ähnlich einem

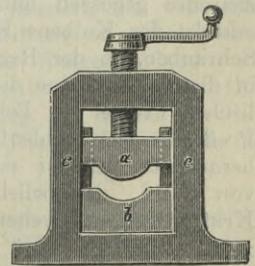


Fig. 228.

Zieheisen in die Stützen C so eingelegt werden, daß sie nach jedem Durchgange vermittelt einer oder zwei Schrauben um eine entsprechende Größe näher gestellt werden können. Die ganze Vorrichtung heißt Seckenzug (Siekenzug, Bille, Boite à tirer, *Swage-box*). — Wenn in einem Seckenzug zwei Backen eingelegt werden, welche umgekehrt kongruent sind, so bilden sie ein vorzügliches Mittel zum Querbiegen dünner Bleche, also zur Erzeugung von Blechstreifen mit gebogenem Profil. Da solche Stäbe oder Streifen in der Regel nur kurz sind, aber, namentlich die ersteren, ziemlich viel Kraft gebrauchen, so wird die Ziehbank oft mit Zahnstange und Vorgelege ausgestattet (Zahnstangen-Ziehbank, Banc à cric, *Rack-bench*).

Statt, wie im Vorhergehenden ausführlich beschrieben ist, das Metall vermittelt des Ziehens durch das entsprechende Loch zu bringen, kann dasselbe auch hindurchgeschoben oder gedrückt werden, wenn es nur vor dem Loche gehörig gegen das Ausweichen nach der Seite geschützt wird. Da aber

dieser Schutz namentlich in dem Fall sehr umständlich einzurichten sein muß, wenn das Metallstück vor dem Loche sehr lang ist, so kann dieses Prinzip des Pressens nur Anwendung finden, wenn das Metallstück vor dem Loche kurz ist und durch einen Durchgang die gewünschte Umformung erhalten kann. In diesem Fall ist aber eine sehr große Preßkraft notwendig, einmal weil durch die Pressung die Widerstände wachsen und dann weil der Druck auf großer Oberfläche erfolgt. Das Verfahren beschränkte sich früher auf die weichen Metalle Zinn und Blei, hat aber eine große Erweiterung gefunden, nachdem man genügend widerstandsfähige Preßzylinder für einen Druck bis 8000 Atm. herzustellen vermag (Dick). Dadurch ist es möglich geworden, andere Metalle (Kupfer, Aluminium, Messing etc.) auf dem Wege des Pressens in Stangen von beliebigem Querschnitt zu zahlreichen Verwendungszwecken herzustellen<sup>1)</sup>. Die ganze Einrichtung besteht in einem starken Hohlzylinder (Preßform, Glocke, Cloche, *Core-die*) a, Fig. 229, mit konisch zulaufendem Ende, welches das entsprechende

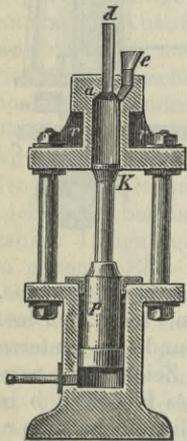


Fig. 229.

Loch enthält, aus dem die Stange oder der Draht d heraustritt. Das Metall wird durch einen Trichter bei e (der in den Zylinder eingeschraubt und während des Pressens durch eine Verschußschraube ersetzt wird) in den Zylinder gegossen und gewöhnlich in heißem Zustande (Heißpressen) vermittelt des Kolbens K herausgepreßt. Der Kolben K erhält mitunter durch Schrauben, in der Regel durch eine hydraulische Presse, seine Bewegung und in diesem Fall eine direkte Verbindung mit dem Druckkolben P einer hydraulischen Presse. — Beim Heißpressen wird in den kleinen Kammern r um die Preßform ein Kohlenfeuer unterhalten. — Das Loch, aus dem das Metall heraustritt, befindet sich in einem Mundstücke (Preßring, Modèle, Matrice) von Stahl, das beliebig ausgewechselt werden kann. — In bezug auf den Kraftbedarf und weitere Anwendungen siehe Prägen und Röhrenfabrikation.

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1896, S. 1434; 1903, S. 819. — Dingers Journ. 300, 302; 317, 18.

E. Walzen<sup>1)</sup>, Rändelräder.

Bei aufmerksamer Betrachtung des Vorganges in einem Zieheisen oder Seckenzug erkennt man, daß eine nicht unbedeutende Arbeit auf gleitende Reibung verwendet wird. Bei einem Seckenzug liegt es daher nahe, diese Reibung dadurch zu verringern, daß man sie in Zapfenreibung verwandelt, indem man die ebene Auflegefläche des unteren Backenteiles als die Fläche eines Zylinders anordnet, der, um Endzapfen drehbar, eingelegt wird, und daß man desgleichen an die Stelle des oberen Backens einen gehörig profilierten, drehbaren Zylinder bringt. — Indem dann ferner die zwischen den Oberflächen der Zylinder und dem Arbeitsstücke auftretende Reibung zum Fortschieben des letzteren benutzt wird, entsteht eine Anordnung, welche das Ziehen erspart, auch infolge der Drehung eine ununterbrochene Wirkung der formgebenden Werkzeuge herbeiführt und in der fruchtbarsten Weise durch

diejenige Werkzeuggattung zur Anwendung gelangt, welche den Gemeinamen Walzen (Cylindre, *Roll*) führen. Walzen sind demnach Rotationskörper, deren Oberfläche fortlaufende Aufsetzflächen darbieten und durch einen entsprechenden Normaldruck das zwischenliegende Metall komprimieren, strecken, (oder nur biegen) und durch den Reaktionsdruck so fortschieben, daß ununterbrochen neue Stellen des Metalles zur Verarbeitung gelangen. Fig. 230 erläutert diesen Vorgang. Die beiden Walzen A und B sind so gelagert, daß sie sich um ihre Achse M, N drehen und durch Zapfen in einem bestimmten gleichbleibenden Abstände  $\delta$  voneinander gehalten werden. Das Metall M,

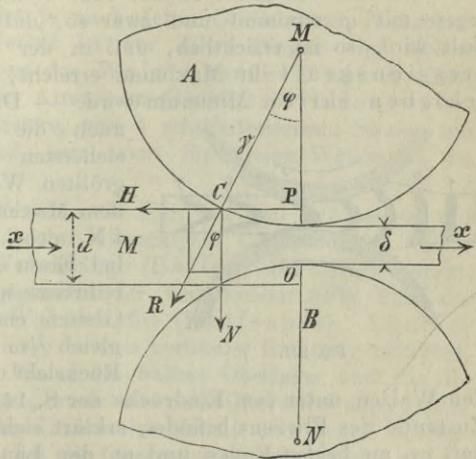


Fig. 230.

welches in der Dicke  $d$  zugeführt wird, verläßt das Walzenpaar mit der Dicke  $\delta$ , indem es den Abstand infolge einer Dickenabnahme durch Streckung und einer in der Richtung  $xx$  auftretenden Fortbewegung passiert, die von einer Zugkraft bewirkt wird, welche ihren Ursprung in der Reibung zwischen Walzen und Arbeitsstück hat. Indem das Arbeitsstück an die Walzen gelangt und von diesen gefaßt wird, entsteht in den Berührungspunkten ein Druck (Reaktion), also an jeder Walze im Punkte C eine Pressung R, welche von dem festen Zapfen ausgeht und daher radial gerichtet ist. Dieser Radialdruck hat

1) Wedding, Darstellung des schmiedb. Eisens. — v. Hauer, Hüttenwesenmaschinen, 2. Aufl., Leipzig 1876 und Fortschritte in der Konstruktion und Anwendung derselben. 1887. — Petzhold, Eisenbahnmateriale. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1872, S. 662; 1873, S. 625; 1877, S. 36; 1881, S. 297; 1882, S. 449; 1885, S. 51, 656; 1887, S. 12; 1888, S. 570; 1891, S. 136, 768; 1895, S. 1473; 1898, S. 1303; 1899, S. 559; 1900, S. 1324; 1902, S. 582, 1133; 1903, S. 470, 1781; 1904, S. 96, 248, 1401, 1651. — Stahl und Eisen 1881, S. 57, 132; 1882, S. 233, 283; 1883, S. 121; 1893, S. 934, 1017, 1076; 1899, S. 72, 421; 1900, S. 1209; 1902, S. 525, 591, 984, 1093. — Dinglers Journ. 267, 165; 268, 390; 269, 551; 274, 191; 278, 433, 481, 542; 289, 169, 195, 217, 241, 265; 301, 225, 273. — Masch.-K. 1898, S. 66, 100; 1902, S. 169.

eine von der Zentralen MN um den Zentriwinkel  $\varphi$  abweichende Richtung und zerlegt sich bei C in die zwei Seitenkräfte:

$$N = R \cos \varphi \text{ und } H = R \sin \varphi.$$

Hiervon bewirkt N eine Kompression und ruft außerdem eine Reibung von der Größe  $fN$  hervor, wenn  $f$  der Reibungskoeffizient ist. Diese Reibung  $fN$  wirkt der Horizontalkraft H entgegen und überwindet diese, wenn sie größer ist. Im Gleichgewichtszustande ist nun

$$fN = H \text{ oder } fR \cos \varphi = R \sin \varphi$$

$$\text{also } f = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \text{tg } \varphi.$$

woraus folgt, daß der Angriffspunkt so liegen muß, daß der Zentriwinkel  $\varphi$  kleiner als der Reibungswinkel in bezug auf das Walzen- und Arbeitsmaterial wird.

Da nun die Kraft H mit dem Winkel  $\varphi$  abnimmt, die Kraft N dahingegen mit  $\varphi$  zunimmt und zwar so, daß für  $\varphi = \text{Null}$ ,  $N = R$  und  $H = \text{Null}$  wird, so ist ersichtlich, daß in der zentralen Linie MN die Kompressionskraft ihr Maximum erreicht, während die Kraft zum Zurück-schieben hier ein Minimum wird. — Darum findet in der Zentrallinie MN

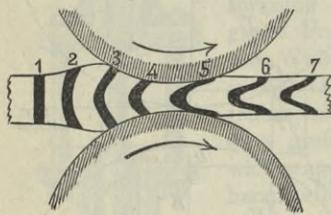


Fig. 231.

auch die Mitnahme des Arbeitsstückes am sichersten und leichtesten statt, weil  $Nf$  den größten Wert hat. — Um das Arbeitsstück bei dem Maximum des Druckes N und der Reibung  $fN$  nicht zu zerreißen, darf erfahrungsmäßig bei Eisen sein Querschnitt nur auf die Hälfte reduziert werden, und damit andererseits kein Gleiten entsteht, der Walzenabstand höchstens gleich  $1/20$  des Walzendurchmessers sein. — In Rücksicht darauf, daß das Metall sich zwischen

den Walzen unter dem Eindrucke der S. 142 erläuterten Vorgänge, d. h. sich im Zustande des Fließens befindet, erklärt sich auch ohne weiteres die Erscheinung, daß es, an beiden Enden und an den Längsseiten abgerundet, die Walzen verläßt, weil es hier ungehindert ausfließen kann, und daß es (Fig. 231) sowohl vor dem Eintritte bei 2,3 als nach dem Austritte bei 5 gestaucht wird, demnach etwas dicker ausfällt, als der Walzenabstand ist, was bei Herstellung genauer Dicken zu beachten ist. — Durchbohrt man eine Walzeisenbahn (Fig. 231) in gleichen Entfernungen mit Löchern, füllt diese mit Eisenzylindern wieder aus, walzt darauf und zerschneidet die Schiene in der Länge, so sieht man, daß die Stäbe nach und nach die gezeichnete Lage 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 annehmen und erkennt hieran sehr deutlich die Verschiebung der Moleküle.

Aus obiger Darstellung folgt ferner, daß ein gewisses Verhältnis zwischen den Walzenhalbmessern und der Dickenabnahme besteht, denn unter der Voraussetzung, daß beide Walzen gleiche Halbmesser ( $r$ ) besitzen, ist die Entfernung ihrer Achsen:

$$MN = 2r + \delta = MP + PO + ON$$

$$\text{oder da } PO = d \text{ und } MP = ON = r \cos \varphi,$$

$$\text{so ist } MN = 2r + \delta = d + 2r \cos \varphi,$$

$$\text{also } 2r - 2r \cos \varphi = d - \delta.$$

$$\text{und } 2r = \frac{d - \delta}{1 - \cos \varphi}.$$

Nun ist ferner  $\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}}$ , also, weil  $\operatorname{tg} \varphi = f$

$$2r = \frac{d - \delta}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + f^2}}}$$

Bezeichnet man nun hier den Verdünnungsfaktor  $\frac{\delta}{d} = m$ , so erhält man

$$2r = \frac{1 - m}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + f^2}}}$$

als den kleinsten Durchmesser einer Walze, welcher mindestens erforderlich ist, um das Arbeitsstück zu fassen, in der Regel aber, auch schon aus Gründen der Festigkeit, sehr viel größer genommen werden muß.

Die Bewegung der Walzen findet je nach deren Größe durch Menschenhand oder Elementarkraft statt. Hierbei ist vor allen Dingen eine sichere Lagerung der Walzen erforderlich, wozu das Walzengerüst (*Cage, Housing frames*) dient. Man unterscheidet zwei Arten von Gerüsten: Pilarengerüst und Ständergerüst, wovon das erstere, aus 4 schmiedeeisernen Säulen mit dazwischenliegenden Lagern bestehend, nur noch für kleine Walzwerke im Gebrauche ist.

Das Ständergerüst besteht gewöhnlich, wie Fig. 232 und 233 zeigen, aus 2 starken gußeisernen Rahmen A, A von viereckigem Querschnitte, welche soweit voneinander stehen, als die Walzenlänge (Ballen, Bund) B beträgt. In diesen Rahmen liegen, vertikal gegeneinander verschiebbar (Fig. 232) die Lager C, D zur Aufnahme der dicken Walzenzapfen (Laufzapfen, Läufer). Da während des Betriebes die Widerstände in fast vertikaler Richtung auftreten, so würde es genügen, für die obere Walze ein halbes Oberlager und für die untere ein halbes Unterlager anzubringen, wenn nicht die Oberwalze nach jedem Durchgange des Arbeitsstückes auf die Unterwalze fallen und leicht Beschädigungen veranlassen würde. Deshalb hat die Oberwalze gewöhnlich ein ganzes Lager. Da ferner eine allmähliche Hebung der Walze beim Eintritte des Arbeitsstückes den heftigen Stoß gegen das Lager bedeutend mindert, weil die Walze vor diesem Anstoße dann schon einen Teil der lebendigen Kraft verzehrt, so wird die Oberwalze in vielen Fällen schwebend erhalten und erst durch den Druck des eingeschobenen Metalles soweit gehoben, als die obere Lagerhälfte gestattet. Als Mittel zu dieser Ausgleichung des Gewichtes der Oberwalze dienen bei kleinen Walzen Federn, bei größeren Gewichte und Wasserdrukapparate. Eine in Fig. 232 und 233 gezeichnete Anordnung einer Ausgleichung durch Gewichte mag zur allgemeinen Erklärung genügen. Die unteren Hälften a der Oberlager werden von je zwei vertikalen Stangen b, b, welche durch das Unterlager gehen, getragen und zwar durch Gewichte G, die in einer Grube unter dem Walzengerüste an den Hebeln c d e hängen, an bei c direkt oder durch ein Gelenk mit den Stangen verbunden sind. — Daß man, wie oft geschieht, die Hebel auch um  $90^\circ$  gedreht anwenden kann, wenn die Grube das erheischt, bedarf kaum der Andeutung.

Nicht nur um in manchen Fällen die Walzen allmählich näher stellen zu können, sondern auch um ihre gegenseitige Stellung zu regeln, sind in den Ständern Stellschrauben E, E (selten Stellekeile) angebracht, welche die Stellung der Oberwalze fixieren, ihre Muttern in den oberen Ständerteilen K haben und

entweder bloß auf das Lager drücken oder auch das ganze Lager heben und niederschieben. Die Schrauben (in Fig. 232 irrtümlich links gezeichnet) sind entweder einzeln drehbar — dann geschieht die Drehung gewöhnlich mit Schlüsseln — oder sie werden der Bequemlichkeit und genaueren Einstellung halber gekuppelt, entweder, indem man auf die Schrauben Kegelräder *m, m* steckt und diese durch andere, auf einer horizontalen Welle sitzende Kegelräder nun mittelst Handrad *H* dreht, oder indem man Schneckenräder mit Schraube ohne Ende benutzt. Als Druckmittel zum Stellen der Walzen verwendet man auch hydraulische Pressen<sup>1)</sup>.

Zur Hervorbringung der Drehung beider Walzen wird in der Regel nur die eine (gewöhnlich untere) mit der Betriebskraft in Verbindung gebracht,

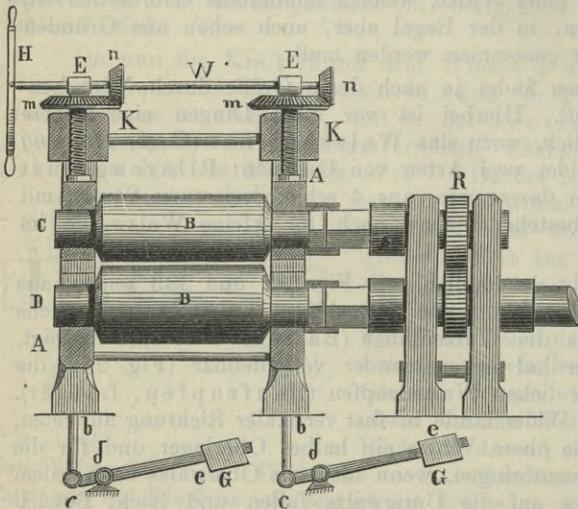


Fig. 232.

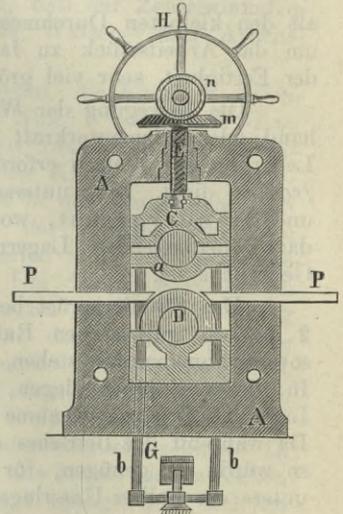


Fig. 233.

während die zweite entweder durch Reibung mitgeht (Schleppwalzen) oder mit der ersten durch Zahnräder *R* (Krauseln, Kammwalzen) gekuppelt wird (Fig. 232). — Sind die Walzen sehr klein (Walzen für Goldarbeiter etc.), so erfolgt die Bewegung durch eine Handkurbel, welche auf den verlängerten Zapfen der Unterwalze gesteckt wird. Große Walzen werden mittelst einer lösbaren Kupplung mit einer Dampfmaschine, einem Wasserrade etc. in Verbindung gebracht, auch durch Riemenverlegele und Elektromotoren angetrieben. (S. 203.)

Da das Arbeitsstück selten mit einem Durchgange durch die Walzen in die gewünschte Form umzuwandeln ist, so muß dasselbe bei der gewöhnlichen Anordnung eines Walzwerkes so oft durch Hinwegheben über die Oberwalze nach der Eintrittsseite gebracht werden, als Durchgänge (Stiche) erforderlich sind, wodurch bei großen Walzstücken oft dem Arbeiter eine so bedeutende Anstrengung erwächst, und wodurch bei kleinen Arbeitsstücken, die heiß gewalzt werden müssen, ein so beträchtlicher Wärmeverlust wegen des Zeitverbrauches entsteht, daß es ratsam ist, diese Arbeit ebenfalls durch die Maschine ausführen zu lassen. Um den Zeitverlust zu umgehen, richtet man entweder das Walz-

1) Dinglers Journ. 246, 359.

werk so ein, daß sich unmittelbar nach dem Austritte des Walzstückes die Bewegung umkehrt (Reversierwalzwerk, Kehrwalzwerk, *Reversing rolling mill*<sup>1)</sup>, wodurch auch die Hebung vermieden wird. Oder man legt 3 Walzen übereinander (Fig. 234) oder je zwei Walzenpaare nebeneinander (Fig. 235) Colamineur<sup>2)</sup> so daß nur eine Hebung auf zwei Durchgänge kommt. — Zur Umkehrung der Bewegung wird entweder der Gang der Dampfmaschine (Zwillingsmaschine ohne Schwungrad) vermittelt einer Kulissensteuerung, selten der Gang der Walzen durch Umkupplung umgesetzt. — Von diesen Einrichtungen ist besonders das Dreiwalzwerk (Triowalzwerk)<sup>3)</sup> zur Entwicklung gebracht und in Aufnahme gekommen, nachdem die Schwierigkeiten der Lagerung überwunden sind. Daneben ist jedoch das Zweiwalzen-system beibehalten und das Überheben durch mechanische Vorrichtungen (Elevator) bewirkt. Diese sind mit demjenigen Apparate verbunden, welcher in den meisten Fällen für die Einführung des Metalles zwischen die Walzen unerlässlich ist, aus einer horizontalen Gußeisenplatte P (Fig. 233) besteht und Walzenbank oder Walzentisch heißt, auch Einlaß, wenn sie annähernd die Form des Walzstückes besitzt. Eine solche Walzenbank wird entweder durch eine besondere Dampfmaschine, die in der Walzen-grube oder über den Walzen steht, oder vermittelt Hebel oder Ketten etc. gehoben<sup>4)</sup>. — Hierbei sei noch bemerkt, daß die Walzentische oft mit Rollen versehen sind, welche den Reibungswiderstand der darauf sich bewegenden Arbeitsstücke vermindern.

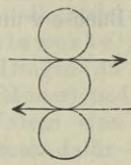


Fig. 234.

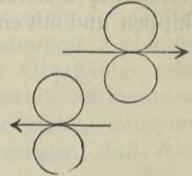


Fig. 235.

Für schwere Walzstücke (starke Bleche, Panzerplatten, Trägereisen) sind die Kehrwalzwerke allgemein in Gebrauch gekommen und zwar in Verbindung mit Rollentischen (Rollgängen)<sup>5)</sup>, auf welchen die Arbeitsstücke sich hin- und herbewegen. Eine Anordnung dieser Art geht aus Fig. 236 hervor. Die untere Walze u liegt in festen Lagern und wird von einer Walzenzugmaschine angetrieben. Die obere Walze o ist der Nachstellbarkeit wegen in beweglichen Lagern gelagert. Jedes dieser Lager ist durch eine starke Stellschraube von oben her einzustellen und zur Gewichtsausgleichung durch Stangen e e von einem Wasserpreßkolben k mittelst des Querstückes i getragen. Die Pressen p hängen an den Ständern S und stehen stets unter dem Drucke eines Akkumulators. Die Verstellung der Oberwalze erfolgt durch gleichzeitige Drehung beider Stellschrauben mittelst Schneckenrad r und Kegelräder von der Welle t aus. In der Höhe der Unterwalze liegt an jeder Seite ein Rollgang R zur wahren Bewegung des Arbeitsstückes, die dadurch stattfindet, daß jede Rolle oder Walze mit zwei Kegelzahnradern versehen ist, die von zwei neben den Rollgängen liegenden wagerechten Wellen ihren Antrieb erhalten.

Die Anordnung eines Dreiwalzwerkes neuerer Ausführung (Lauth) geht aus Fig. 237 und 238 hervor. Von den drei Walzen ist die mittlere m fest ge-

1) Stahl und Eisen 1899, S. 1107. — Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1868, S. 124, 154; 1869, S. 538; 1872, S. 667; 1875, S. 98; 1885, S. 237; 1888, S. 29. — Dinglers Journ. 235, 465; 269, 551. — 2) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1903, S. 353. — 3) Stahl und Eisen 1898, S. 934; 1902, S. 930. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1876, S. 377; 1880, S. 180; 1881, S. 252; 1890, S. 1111; 1892, S. 144; 1896, S. 1. — Dinglers Journ. 227, 143; 237, 19; 240, 322. — Techn. R. 1900, S. 32. — 4) Wiebe, Skizzenbuch, Heft 29, T. 3. — Hütte 1861, T. 18. — Kerpely, Fortsch. R. 1881, S. 333. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1869, S. 288, 349. — Dinglers Journ. 185, 268; 203, 338; 244, 363. — 5) Stahl u. Eisen 1885, S. 495; 1893, S. 12, 324; 1895, S. 53; 1898, S. 997; 1902, S. 146; 1903, S. 553.

lagert und mit der Walzenzugmaschine verkuppelt, während Ober- und Unterwalze *o* und *u* von der Mittelwalze durch Kammräder mitgenommen werden. Zur Einstellung der Oberwalze *o* dienen Schrauben *s*, welche zugleich den beim Walzen nach oben gerichteten Druck der Lager aufzunehmen haben, wobei das Gewicht der Walze mit den Lagern von den Federn *f*, *f* ausgeglichen wird. Zur Drehung der Schrauben *s* sind Schlüssel *t* angebracht, die mittelst Zähne in verzahnte Scheiben der Stellschrauben *s* eingreifen, um einen Bolzen *n* hochzukippen und mit einer Buchse *v* um eine zapfenartige Verlängerung der Schrauben *s*

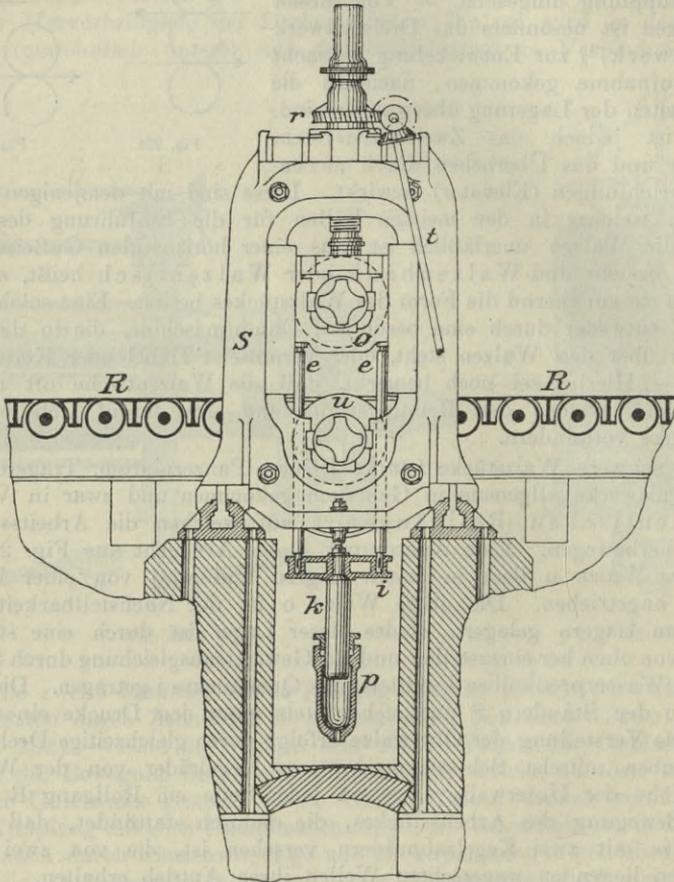


Fig. 236.

drehbar sind, so daß sie nicht abgehoben werden brauchen. Die Einstellung der Unterwalze *u* erfolgt durch Daumenhebel *a*, auf welchen die Lager ruhen; dieselben erhalten ihre Bewegung durch Schrauben *b*, *b* und haben zugleich den Zweck, den auf die Unterwalze ausgeübten Druck bei *c*, *c* auf das Gestell *G* zu übertragen. Aus demselben Grunde sind die Daumenhebel *d*, *d* angebracht, damit der von der Mittelwalze *m* aufgenommene, nach oben gerichtete Arbeitsdruck ebenfalls bei *e*, *e* auf das Gestell übergeführt wird.

Beim Durchgange des Metalles durch die Walzen findet wegen der runden Aufsetzfläche zunächst zwar eine Ausdehnung in der Bewegungsrichtung statt

(Streckung), welche um so größer ausfällt, je kleiner der Walzendurchmesser ist, daneben aber wird das Metall nach dem allgemeinen Gesetze auch in der Richtung der Walzenachsen ausgebreitet (Breitung) und endlich in etwaige Vertiefungen der Walzen eingedrückt. Man besitzt daher in der Walzenoberfläche das Mittel zur Hervorbringung höchst verschieden gestalteter Arbeitsstücke. — Ist die Oberfläche der Walzen zylindrisch (Fig. 232), so entsteht ein Produkt mit zwei parallelen ebenen Flächen. Solche Walzen dienen daher besonders zur Herstellung jener Tafeln aus Metall, welche je nach der Größe Platten oder Blech genannt werden (Blechwalzwerke<sup>1)</sup>, Laminoir à plaque, Plate-rollers). — Weil das Blech vor allen Dingen an der Oberfläche sehr glatt und eben (ohne Beulen, Höcker, krause Ränder) und überall vollkommen gleich dick sein soll, so ist nicht nur den Walzen eine sehr glatte, mitunter polierte Oberfläche zu geben, sondern es ist auch dafür zu sorgen, daß ihre

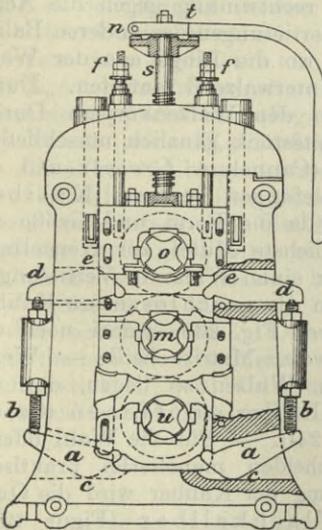


Fig. 237.

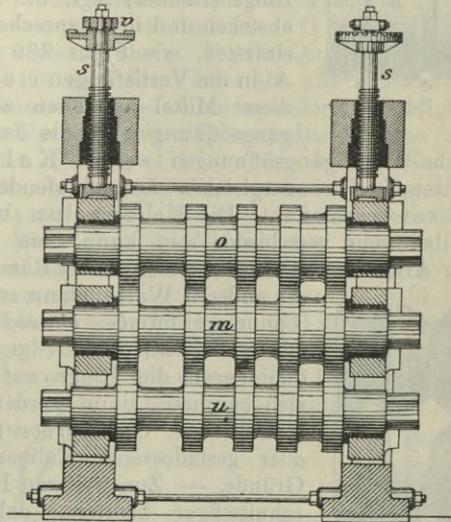


Fig. 238.

Flächen durchaus zylindrisch sind und daß die Drehachsen nicht nur mit den geometrischen Achsen der Zylinder zusammenfallen, sondern auch genau parallel zueinander liegen und daß endlich die Walzendurchmesser von einer Größe sind, welche das Durchbiegen der Walzen möglichst verhindert. — Wenn die Walzen nicht zylindrisch sind oder wenn sie sich exzentrisch drehen, findet nämlich eine periodische Verkleinerung oder Vergrößerung der Durchgangsöffnung, also auch der Metalldicke statt; sind die Walzen nicht ganz zylindrisch, sondern konisch oder sind ihre Achsen nicht parallel, so ist die Streckung an der engeren Stelle stärker als an der weiteren, infolgedessen das Arbeitsstück an den Kanten nicht gerade, sondern kreisförmig gebogen (sichelförmig) wird und verschieden dick ausfällt; biegen sich die Walzen aber in der Mitte durch, so werden die Metallränder stärker gestreckt und, weil die mittlere Fläche eben bleibt, aus der Ebene herausgedrängt, daher runzelig und faltig. — Auch benutzt man zum Blechwalzen besonders das Triowalzwerk. Da die Verdünnung des Metalles zu einem Bleche von bestimmter Dicke in der Regel nach und

1) Hütte 1859, Taf. 16; 1860, Taf. 15; 1861, Taf. 18; 1863, Taf. 4; 1894, Taf. 3. — Berl. Verh. 1861, Taf. 14. — Masch.-Konstr. 1871, Taf. 77, 78, 79 u. 83. — Stahl und Eisen 1900, S. 734; 1901, S. 123; 1902, S. 146, 413.

nach erfolgt, und das Produkt selbst in den verschiedensten Dicken angefertigt wird, so fehlt bei diesen Walzen selten die oben beschriebene Einrichtung, welche ein Näherstellen derselben nach jedem Durchgange des Metalles mit Leichtigkeit herbeiführen läßt.

Wegen der Breitung bekommen Bleche und andere flache Walzprodukte an den Rändern eine abgerundete und unregelmäßige Begrenzung. Wenn man auch mitunter von dieser Wirkung Gebrauch macht (z. B. beim Plattwalzen [Plätten, Ecacher, *Flatten*] von Draht zur Anfertigung der Weberriete etc.) und wenn diese Abrundung in vielen Fällen für den Gebrauch unwesentlich ist, so muß sie doch oft, z. B. beim Walzen flach viereckiger Stäbe, vermieden werden. Am einfachsten geschieht dies offenbar dadurch, daß man zur Begrenzung der Breite um einen Ballen Ringe (Ränder) legt, die scharf rechtwinklig gegen die Achse abstehen und in entsprechende Vertiefungen des anderen Ballen eintreten, wie Figur 239 zeigt, wo die Ringe a, a der Walze A in die Vertiefungen c, c der Unterwalze B eintreten. Durch dieses Mittel entstehen zwischen den Walzenkörpern Durchgangsöffnungen m, die das Arbeitsstück gänzlich umschließen.

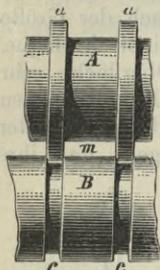


Fig. 239.

Solche Durchgangsöffnungen werden Kaliber (*Cannelure Groove*) und die Walzen, welche dergleichen herumlaufende Vertiefungen besitzen, Kaliberwalzen<sup>1)</sup> genannt. Die Kaliberwalzen bilden, da die Form und Größe der Kaliber sehr verschieden sein kann, das vorzüglichste Mittel zur Herstellung aller Arten von Stäben. Treten dabei Ränder der einen Walze in Vertiefungen

der anderen Walze: dann entstehen die geschlossenen Kaliber (*Cannelure fermée, Closed groove*) Fig. 239, wobei noch die Oberwalze *Patrize* und die Unterwalze *Matrize* heißt. — Wenn dahingegen die Ringe auf beiden Walzen so liegen, daß sie sich berühren, dann werden die Kaliber zu offenen (*Cannelure ouverte, Open groove*) Fig. 240. — Für die Wahl offener oder geschlossener Kaliber entscheiden mancherlei praktische Gründe. — Zur weiteren Einteilung der Kaliber wird die Querschnittsfigur benutzt, daher: Flachkaliber (Figur 239), Quadratkaliber (Fig. 240), Polygonkaliber, Rundkaliber, Ovalekaliber, Spitzbogenkaliber. Zu den

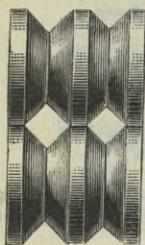


Fig. 240.

Formkalibern gehören alle diejenigen, deren Querschnitte anders als die eben genannten beschaffen sind. — Gewöhnlich enthält ein Walzenpaar eine größere Anzahl Kaliber (S. Fig. 238), die in einer gewissen Reihenfolge das Metall bearbeiten, weil die Gestalt des Arbeitsstückes nur nach und nach ausgebildet werden kann.

Die Anfertigung der Kaliber, namentlich auch in bezug auf ihre Reihenfolge, die Kalibrierung (*Cannelure, Grooving*) verlangt die Berücksichtigung einer Anzahl Umstände und Erscheinungen, welche beim Walzen vorkommen. — Zunächst müssen die Kaliber so beschaffen sein, daß sich das Metall leicht von den Walzen abschält: die Kaliber dürfen keine Unterschneidungen haben. — Glühend gewalztes Metall (Eisen, Stahl) kühlt sich nicht

<sup>1)</sup> Brovot, Das Kalibrieren der Walzen. Leipzig 1902. — v. Tunner, Über Walzenkalibrierung für Eisenfabrikation. Leipzig 1867. — Die Kalibrierung der Eisenwalzen. Drei gekrönte Preisschriften von Daelen, Hollenberg und Dieckmann. Berlin 1869. — Mäurer, Die Formen der Walkkunst und das Fassoneisen. Stuttgart 1865. — Deutsches Normalprofilbuch für Walzeisen. — Beckert, Metallurgische Technologie. Berlin 1900. — Berliner Verh. 1902, S. 241. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1876, S. 44. — Dinglers Journ. 250, 503. — Stahl und Eisen 1882, S. 189; 1900, S. 241; 1902, S. 856; 1903, S. 1141.

nur ab und schwindet dabei (Eisen etwa um  $\frac{1}{64}$ ), sondern kühlt sich an Ecken früher ab als an Flächen, wie man dies z. B. bei Quadratstäben, Winkeleisen etc. besonders beobachten kann. In genau quadratischen Kalibern gewalzt, werden die Seiten einfallen (Fig. 241); drückt man aber das Kaliber etwas, so daß zwei (vertikal) gegenüberliegende Winkel jeder etwa 91 bis 92 Grad betragen und läßt den Stab zweimal um 90 Grad gedreht, durchgehen, so entsteht ein wirkliches Quadrat als Querschnitt. Deshalb ist bei der Dimensionierung und Formung der Kaliber auch auf das Schwindverhältnis Rücksicht zu nehmen. — Da die scharfen Kanten der Ringe leicht schartig werden, so rundet man sie immer etwas ab. In den hierdurch entstandenen Raum drückt sich das Arbeitsstück ein und erhält einen sogen. Grat, d. h. einen sich auf der Oberfläche hinziehenden Metallaufwurf, welcher in der Regel an den Kanten weniger auffällt und stört, als auf den Flächen. Deshalb sind die Kaliber so anzuordnen, daß der Grat auf die Kanten des Arbeitsstückes kommt, also z. B. für Quadratstäbe aus dreieckigen Einschnitten offen (Fig. 240) und für Flachstäbe aus rechteckigen Einschnitten geschlossen (Fig. 239) konstruiert. — Von besonderer Wichtigkeit ist jedoch bei einer Kaliberfolge das Verhältnis der Querschnittsabnahme und der allmähliche Übergang vom ersten (Vorkaliber) zum letzten Kaliber (Fertigkaliber). Zur gehörigen Ausnutzung der Wärme und zur Beschleunigung der Arbeit soll die Abnahme (Druck) zweier Druckflächenabstände möglichst groß genommen werden. Weil aber die Wärme des Metalles allmählich ab- und die Härte, besonders beim Walzen kalter Metalle mehr und mehr zunimmt, so kann der Druck in den ersten Kalibern größer sein, als in den nachfolgenden. Der Koeffizient, nach welchem die Druckabnahme zu bestimmen wäre, ist ferner abhängig von dem Walzenmaterial, der Walzengeschwindigkeit, den Walzendurchmessern etc. und daher nicht konstant. Für die Abnahme bei Eisenwalzen z. B. kann der Abnahmekoeffizient gelten:

$$\alpha = \sqrt[n]{\frac{f}{F}}$$

wenn unter F der Anfangsquerschnitt, unter f der Endquerschnitt und unter n die Anzahl der Kaliber (Stiche) verstanden wird. Nebestehende Fig. 242 gibt ein Bild von dem allmählichen Übergange eines Quadratstabes in einen Flachstab in vier Abstufungen und einer Druckabnahme von etwa 25 Prozent. Als ein besonderes Walzwerk ist hier noch dasjenige zum Walzen ringförmiger Gegenstände (Reihen, Tyres; Bandagenwalzwerk, Laminoir à bandages, *Vyres rollingmill*)<sup>1)</sup> zu erwähnen, welches auch im kleinen zum Auswalzen von Ringen (Fingerringen) Anwendung findet und sich dadurch auszeichnet, daß die Walzen frei vor dem Gerüste stehen, um das bereits als Ring vorbereitete Material dazwischen zu bringen, wie bei einer Bördelmaschine (Kopfwalzwerk). Das Kopfwalzwerk hat auch einen weiteren Anwendungskreis dadurch erhalten, daß man die Walzstücke wie bei einer Kreisschere (s. d.) während des Walzens um eine Achse kreisen läßt, weil dadurch die Möglichkeit gewonnen ist, kreisförmige Gegenstände z. B. runde Scheiben, Scheibenräder etc. zu walzen<sup>2)</sup>. Mit-



Fig. 241.

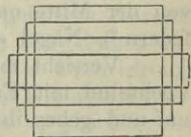


Fig. 242.

1) Petzholdt, Eisenbahnamt. Taf. 22. — Dingers Journ. 245, 10. — Polyt. Zentr. 1853, S. 464; 1864, S. 997; 1869, S. 720. — Engineering 1869, S. 296. — Organ f. Eisenbahnenwesen 1852, S. 133. — 2) Stahl und Eisen 1902, S. 313. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1891, S. 102; 1902, S. 1612. — Dingers Journ. 301, 275.

unter erhalten solche Walzen zur Erzeugung von Ringkörpern (Reifenwalzen) eine vertikale Aufstellung, wie die Walzen b b des Universalwalzwerkes Fig. 244, wobei das Walzstück auf einem wagrechten Tisch aufruhet und mit diesem oder auf Rollen sich bewegt. — Desgleichen dient das Rundkaliber auch zur Fabrikation von Draht, zu welchem Zwecke aber dasselbe wegen der mangelhaften Berührung der Kaliberdurchmesser nicht kleiner als etwa 4 mm werden kann. (S. Draht.)

Die große Mannigfaltigkeit der in Gebrauch gekommenen Formen und Größen von (besonders eisernen) Stäben, und infolgedessen die große Zahl der zur Herstellung erforderlichen Walzen hat Veranlassung zur Konstruktion solcher Walzen gegeben, welche eine große Auswahl Dimensionen mit einem Walzenpaare von geringer Länge anzufertigen gestatten. Es gehören hierher die jetzt nicht mehr verwendeten Stufen- oder Staffelwalzen und das Universalwalzwerk (Laminoir unversel, *Universal rolling mill*)<sup>1)</sup>. — Das erste Walzwerk besteht (Fig. 243) aus zwei Walzen A,

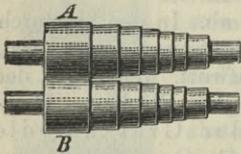


Fig. 243.

B mit einer Anzahl Zylinder von verschiedenen Durchmessern. — Die Universalwalzwerke beruhen gemeiniglich auf dem Prinzip von drei oder vier Walzen das Kaliber begrenzen zu lassen, so daß durch Verstellung derselben eine Änderung des Kalibers erfolgt. Das Universalwalzwerk Fig. 244 und 245 wird aus zwei Walzenpaaren gebildet, wovon das eine a, a horizontal, das andere b, b vertikal gestellt ist, so daß zwischen den beiden ein viereckiger Raum bleibt, der sowohl in der Höhe durch Hebung und Senkung der Oberwalze vermittelt der Stellschrauben c, c, als in der Breite durch Verschiebung der Walzen b, b, ebenfalls vermittelt der Stellschrauben d, d, welche durch Stirnräder gekuppelt sind, vergrößert und verkleinert werden kann. Dieses Universalwalzwerk wird vielfach mit drei horizontalen Walzen (Triowalzwerk, Fig. 237) und zwei vertikalen Walzen, sowie auch für Formeisen ausgeführt. Eine besondere Ausführung dieses Prinzips besteht in der Anordnung von Scheiben, deren Achsen in einer Ebene liegen, und die sich an der Peripherie in der Art berühren, daß sie ein geschlossenes Kaliber an der Berührungsstelle bilden.

Wenn eine Walze gegen die andere exzentrisch läuft, so wechseln die Abstände zwischen beiden und demgemäß die Dicken des Arbeitsstückes, welches jedesmal am dünnsten wird, wenn der größte, und am dicksten, wenn der kleinste Halbmesser den Druck bildet. Dadurch lassen sich Walzstücke erzeugen, die von der Mitte nach den Enden allmählich an Dicke abnehmen, z. B. Wagenfedern<sup>2)</sup>, Nägel etc. (Unrundwalzen).

Versieht man die Oberfläche des Ballens statt mit glatten Kalibern abwechselnd mit Erhöhungen und Vertiefungen, so prägen sich diese dem Metalle auf und geben ihm eine entsprechende Gestalt, die entweder den bei der Formerei definierten Charakter der flachen oder runden Gegenstände annimmt, je nachdem nur eine, oder beide Walzen korrespondierende Formen erhalten. Mit solchen Figurenwalzen lassen sich nicht nur Stäbe und Bleche mit Verzierungen, Rippen etc. versehen (Zierstäbe, Gitterstangen, Messingstreifen zu Möbeln und anderem Zierat, Gold- und Silberstreifen zum Auf- und Umlegen etc.), sondern auch viele

1) Petzholdt, Eisenbahnamt. — Kerpely, Fortschr. 1867, S. 226; 1868, S. 204; 1879, S. 385; 1881, S. 334. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1880, S. 203; 1881, S. 570; 1867, S. 622; 1888, S. 570. — Dinglers Journ. 164, 401; 170, 23; 234, 176; 241, 296, 338; 243, 370; 251, 484; 278, 433; 289, 197; 301, 248. — Stahl und Eisen 1886, S. 765; 1887, S. 451; 1892, S. 509; 1894, S. 397; 1896, S. 369; 1904, S. 4. — 2) Dinglers Journ. 114, 246; 260, 285.

andere Artikel fertig herstellen, z. B. Nägel, namentlich Eisenbahnschwellennägel, Kugeln aus Blei, Eisen etc., Schraubenbolzen, Schraubenmutter, Ketten usw.<sup>1)</sup>— Zu dieser Gattung von Walzen gehören auch diejenigen Werkzeuge, welche mit starkem Drucke über ein Arbeitsstück hinwegrollen, oder an ein rotierendes Arbeitsstück angedrückt, Verzierungen usw. hinterlassen (Rändelräder, Rändelscheiben, Moletten, Schlagrädchen, Molette, *Milling wheel*). Diese Werkzeuge (Fig. 246) sind kleine Rädchen *a* aus gehärtetem Stahl, deren Peripherie die angemessenen Vertiefungen und Erhöhungen besitzen, und die in eine eiserne Gabel *b* (Rändelgabel) gefaßt werden, welche für die Aufnahme

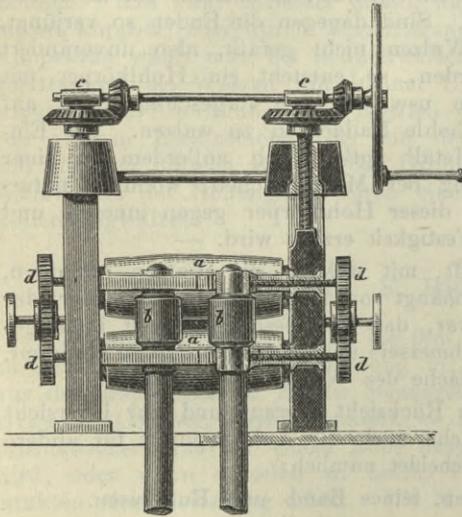


Fig. 244.

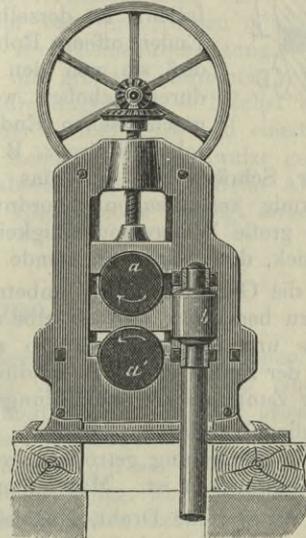


Fig. 245.

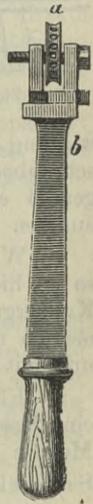


Fig. 246.

verschiedener Rädchen eingerichtet sein kann. Man erzeugt damit z. B. die krausen Ränder runder Schraubenknöpfe, die Grübchen auf Fingerhüten, die Zeichnungen auf Kattendruckwalzen (Rändelmaschinen, Molettiermaschinen<sup>2)</sup> etc.

Die zum Strecken und Formgeben bestimmten Walzen gelangen dadurch zur Wirkung, daß sie sich in entgegengesetzter Richtung (s. Fig. 231) drehen und unter gehöriger Pressung das Arbeitsstück der Länge nach in der Drehrichtung mitnehmen. Erhalten demgegenüber zwei gleiche Walzen gleiche Drehrichtungen, so muß ein Arbeitsstück, z. B. ein zylindrischer Stab, wenn es gleichliegend mit den Walzen von diesen mitgenommen wird, sich zwischen den Walzen um die eigene Achse rollen und nach Art der Breitung d. h. durch Fließen in der Längenrichtung eine Streckung erfahren. Ordnet man beide Walzen nun so an, daß ihre Achsen gegeneinander etwas geneigt (gekreuzt) liegen, so zerlegt sich die Drehkraft der Walzen in der Weise, daß das Arbeitsstück zugleich neben der Rollung in der Längenrichtung vorgeschoben wird, also eine Schraubebewegung annimmt, die eine Verdrehung des Arbeitsstückes nach der

<sup>1)</sup> Stahl und Eisen 1894, S. 660; 1896, S. 152. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1871, S. 254; 1894, S. 944; 1895, S. 1146. — Dingers Journ. 293, 169. — <sup>2)</sup> Techn. Enzyklop. Bd. VIII, S. 296. — Dingers Journ. 164, 180.

Schraubenlinie zur Folge hat, wenn dasselbe verhindert wird ganz der Längenbewegung zu folgen. Auf diesem Vorgange beruht das Mannesmannsche Schrägwalzverfahren<sup>1)</sup>, welches man mittelst konischer oder konoidischer Walzen (Fig. 247) durchführt. Da bei dieser Walzenform die Umfangsgeschwindigkeit entsprechend dem Radius wächst, so wird der bei L eingeführte glühend heiße Metallblock (Flußeisen, Stahl, Kupfer) schraubenförmig abgeschält, d. h. dessen obere Mantelschicht längs der Achsenrichtung fortgeschoben, während der Kern sehr langsam folgt und dadurch der massive Klotz

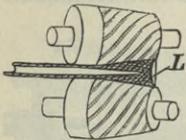


Fig. 247.

in einen Hohlkörper verwandelt wird. Dieser Hohlkörper kann nach der Form des Rohblockes sehr verschieden ausfallen. Ist derselbe ein Zylinder, so entsteht ein an beiden Enden offenes Rohr. Sind dagegen die Enden so verjüngt, daß sie von den Walzen nicht gefaßt, also unverändert durchgeschoben werden, so entsteht ein Hohlkörper mit geschlossenen Enden usw., so daß vorgeschlagen ist, auf solche Weise z. B. hohle Radachsen zu walzen. Die Einwirkung der Schrägwalzen auf das Metall äußert sich außerdem in einer schraubenförmig verlaufenden Anordnung der Metallteilchen, wodurch naturgemäß eine große Widerstandsfähigkeit dieser Hohlkörper gegen inneren und äußeren Druck, d. h. eine bedeutende Festigkeit erzielt wird. —

Was die Geschwindigkeit anbelangt, mit welcher die Walzen umlaufen, so ist hier zu bemerken, daß dieselbe abhängt von dem Walzendurchmesser, der Kalibergröße und Kalibergestalt, so zwar, daß die Geschwindigkeit im allgemeinen mit der Zunahme des Ballendurchmessers und der Kalibergröße abnimmt, und mit der Zunahme der Abkühlungsfläche des Walzstückes zunimmt.

Für die Eisenwalzen hat man in Rücksicht hierauf und zur Übersicht eine besondere Einteilung getroffen, welche auch als Anhaltspunkt für andere Metalle zu gebrauchen ist. Man unterscheidet nämlich:

**Schnellwalzen:** für Draht, Nageleisen, feines Band- und Rundeisen.

**Feinwalzen:** für Band- und Flacheisen bis 50 mm; Rund- und Vierkanteisen bis 33 mm und kleine Formeisen.

**Mittelwalzen:** für Band- und Flacheisen 60 bis 150 mm; Rund- und Vierkanteisen 33 bis 77 mm, mittlere Form- und Schmiedeeisen.

**Schienenwalzen:** für Schienen, Rundeisen 75 bis 150 mm; Vierkanteisen 75 bis 130 mm, Flacheisen bis 470 mm, Winkeleisen größerer Dimensionen und doppelt T-Eisen bis 180 mm Höhe.

**Grobwalzen:** für Rundeisen von 150 bis 250 mm, breites Flacheisen und schwerstes Formeisen.

**Kesselblechwalzen:** für Kesselblech.

**Sturzblechwalzen:** für Sturzblech von 2,5 bis 35 kg pro qm.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Hauptdimensionen und Geschwindigkeiten, welche für die oben genannten Walzen gelten, mit den üblichen Gewichten der Schwungräder zusammengestellt.

1) Stahl und Eisen 1895, S. 526; 1896, S. 102. — Glasers Annalen 1890, S. 265. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1888, S. 82, 169, 190, 206, 385, 570, 842, 863; 1889, S. 465; 1890, S. 621; 1892, S. 591. — Dinglers Journ. 265, 542; 269, 454, 503; 273, 478; 277, 22; 301, 275.

	Walzen- durchmesser	Umdrehungen pr. Minute	Zahl der Gerüste	Schwungrad- gewicht in kg
Schnellwalze	210 mm	300—500	5—7	15—20000
Feinwalze	240—260 „	150—200	3—5	10—15000
Mittelwalze	370—420 „	75—120	3—4	20 000
Schienenwalze	500—520 „	50—120	2—4	30 000
Grobwalze	580—710 „	50—80	2—3	30 000
Kesselblechwalze	580—630 „	40—70	1—3	30 000
Sturzblechwalze	500—520 „	30—60	1—2	30 000

Auch zum Betriebe der Walzwerke verwendet man schon oft Elektromotoren<sup>1)</sup> und zwar entweder direkt, indem man ihre Achsen mit den Walzenzapfen kuppelt, oder durch Vermittelung von Riemenübersetzung. Die direkte Kuppelung wählt man bei Schnellwalzen mit großer Umdrehung, die Riemenübertragung bei Walzen mit kleiner Umdrehungszahl. — Höchst zweckmäßig erscheint die Anordnung zum Antrieb einer Schnellwalze und einer Grobwalze von einem Elektromotor, der mit der Achse der Schnellwalze gekuppelt ist und zugleich mittelst Riemen das Grobwalzwerk antreibt. Beim Antrieb eines Walzwerkes mit Rollengang durch einen Elektromotor bewegt dieser auch die Rollengangwalzen.

## F. Biegen.

Wenn ein Körper, ohne die ihm eigentümlichen Dimensionen wesentlich zu ändern, eine Gestaltveränderung in der Weise erleidet, daß einzelne Teile aus der ursprünglichen Fläche herausgedrängt werden, so wird dieser Vorgang Biegen (*Courber*, *Bend*) genannt. — Eine Biegung tritt z. B. ein, wenn ein prismatischer Stab an einem Ende festgehalten und am freien gehörig belastet wird, oder wenn derselbe an beiden Enden aufliegt und zwischen den Stützpunkten eine Belastung erhält. Die Mechanik lehrt, daß in diesen Fällen die Biegung nach bestimmten Kurven eintritt und daß hierbei der Stab an einer Seite eine Ausdehnung (*Streckung*) an der anderen eine Verkürzung (*Stauchung*) aber in der Kraftrichtung keine Dimensionsveränderung (durch Kompression) erleidet. — Trotzdem, daß diese Art des Biegens nur eine bestimmte Biegung, nämlich nach der sogenannten elastischen Linie, hervorzubringen imstande ist, findet sie dennoch bei der Verarbeitung des Metalles eine ausgedehnte Anwendung, weil man durch Aneinanderreihung einer Anzahl kleiner Biegungen ebensogut beliebige Kurven herzustellen vermag, als durch Zusammenfügen von Elementen der Biegungslinie. — Legt man z. B. einen Metallstab so auf die Ambosskante (Fig. 248), daß sein Ende *a* etwas über die Kante hinwegragt, und gibt auf dieses Ende einen Schlag mit dem Hammer, so biegt sich dasselbe nach unten und zwar nach der Biegungslinie und bleibt in dieser Lage, wenn die Elastizitätsgrenze überschritten war. Schiebt man den Stab nun wieder um eine Strecke vor und schlägt abermals darauf, so reiht sich an die erste eine zweite Biegung *b* an, und setzt man diese Manipulation so fort *c*, so erhält man eine Krümmung *d*, deren Natur unter sonst gleichen Umständen von der Kraft des Schlages und der Größe des jedesmaligen Vorschubs abhängt. Nimmt man z. B. an, daß die Schläge mit gleicher Kraft erfolgen und daß der Vorschub konstant ist, so ist auch der Ablenkungs- oder Biegewinkel

1) Stahl und Eisen 1901, S. 1081; 1902, S. 198, 769. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1902 S. 1957; 1903, S. 470; 1904, S. 96. — Dinglers Journ. 316, 707.

konstant, also die Krümmung eine Kreislinie, welche aus Elementen der elastischen Linie zusammengesetzt ist, und deren Durchmesser mit der absoluten Größe des Schlages in einem umgekehrten Verhältnisse steht, weil der kraftvolle Schlag einen kleineren Krümmungshalbmesser hervorbringen muß, als der sanfte. — An diesem Vorgange wird offenbar nichts geändert, wenn man eine

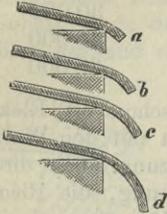


Fig. 248.

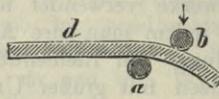


Fig. 249.

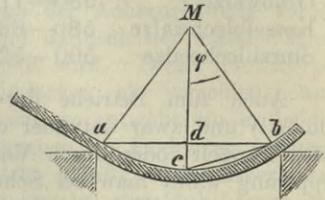


Fig. 250.

Unterlage a (Fig. 249) nimmt und einen festen Körper b in der Pfeilrichtung gegen den Stab drückt, oder wenn a und b festliegen und man den Stab bei d abwärts bewegt. Liegt dahingegen der Stab auf zwei Stellen bei a und b (Fig. 250) auf und erhält zwischen a und b von oben einen Schlag oder eine sonstige vertikale Krafteinwirkung, so biegt er sich ebenfalls nach einer elastischen Linie, deren Pfeil unter sonst gleichen Umständen desgleichen von der Größe der durchbiegenden Kraft abhängt. Schiebt man sodann den Stab weiter, z. B. um eine Entfernung von a b, so entsteht eine neue Biegung, welche der ersteren mathematisch gleich ist. Wiederholt man Vorschub und Druck in derselben Weise wie oben, so bildet sich desgleichen eine kontinuierliche Krümmung aus, welche bei konstantem Biegungswinkel ebenfalls eine Kreiskrümmung wird. Der Radius dieses Kreises ergibt sich sodann aus den Beziehungen zwischen der Pfeilhöhe c d und der Sehne a b, indem der Winkel

$$c b d = \frac{1}{2} c M b = \frac{1}{2} \varphi$$

ist, woraus folgt

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{c d}{d b'}$$

so daß der Winkel  $\varphi$  durch das Verhältnis der Pfeilhöhe zu dem halben Abstände der beiden festen Punkte a und b bekannt ist. Mit Hilfe dieser bekannten Größe ist also auch der Krümmungshalbmesser  $M b = r$  bestimmt durch die Beziehung:

$$r = \frac{a b}{2 \sin \varphi}$$

Es erfordert viel Übung, das Biegen nach den oben entwickelten Vorgängen mittelst Hammerschläge in solcher Weise zu vollziehen, daß eine bestimmt vorgeschriebene Figur entsteht, weil die Größe der Durchbiegung von der Kraft des Schlages oder der Größe des Druckes und von dem Material abhängt, insofern als z. B. Holz nur kleine Biegungen zuläßt und auch nur dann, wenn es sehr dünn ist, weil bei dicken Stücken leicht die Festigkeitsgrenze überschritten wird. Daher ist es in vielen Fällen nicht nur nützlich, sondern notwendig, die Biegung über einer Unterlage, welche die Gestalt des gebogenen Arbeitsstückes besitzt, und dann, z. B. bei Holz, auf allen Stellen der Länge zu gleicher Zeit vorzunehmen. — Wie in solchen Fällen die Ambößkante zum Biegen im rechten Winkel, das runde oder viereckige Horn oder das Sperrhorn zum Rund- oder Viereckig-Biegen und verschiedene andere Unterlagen (Umschlagmeißel, Bördeleisen usw.) dienen können, bedarf keiner Erläuterung.

läuterung. — Desgleichen ist leicht begreiflich, wie man durch Umlegen oder Umschlagen einer Stange oder eines Blechstückes um einen runden, viereckigen oder anders gestalteten Körper (Dorn, Mandrin, *Mandrel*, *Triblet*) Biegungen oder eine Ausbildung bereits vorgebogener Stücke hervorbringen kann, weil diese Art der Biegungen sich sämtlich auf den in Fig. 249 erläuterten Vorgang zurückführen lassen.

Das in Fig. 249 dargestellte Prinzip der Biegung führt naturgemäß zur Anwendung einer Druckkraft, welche in zweierlei Weise tätig gemacht werden kann: durch Bewegung des Arbeitsstückes oder durch Bewegung des festen Gegenstandes b. Da in beiden Fällen die Wirkung dieselbe ist, so genügt es hier, die zweite gebräuchliche Wirkungsart: die Bewegung des Stückes b näher zu betrachten. — Liegt (Fig. 251 A) das Arbeitsstück zwischen zwei Backen a und b und dreht man diese um  $90^\circ$  in die zweite Lage B, so ist das Arbeitsstück im Winkel von  $90^\circ$  gebogen, nachdem es alle Winkelbiegungen von  $0^\circ$  bis  $90^\circ$  durchgemacht hat. Sind dann die Backen noch unter  $45^\circ$  abgeschrägt, so lassen sich mit dieser Vorrichtung noch Winkelbiegungen zwischen  $0$  bis  $135^\circ$  machen usw. Die Backen einer Flachzange, eines Schraubklobens, eines Schraubstockes etc. können daher ohne weiteres als biegende Werkzeuge angesehen werden.

Eine abweichende Anordnung der Backen tritt ein, wenn die Biegung längs langer Strecken auf einmal erfolgen soll, wie z. B. beim Umbiegen von Blechkanten. Der eine Backen verwandelt sich (Fig. 252) in zwei Lineale A B, welche das Blech zwischen sich fassen und durch Umbiegen in die punktierte Lage und Andrücken gegen ein festes Stück überbiegen (Bördeln, Falzen, Abbiegen, Border, *Burr-up*, *Border*). Der sicheren Führung und Handhabung wegen werden die Lineale so angeordnet, daß sie sich gemeinschaftlich um Zapfen drehen, die in der Drehachse bei x liegen (Abbiegemaschine). — Eine zweite Form besteht darin, daß man die Biegekanten der Backen nicht winklig kantig, sondern rund (nach Zylinderabschnitten) formt, um Rundbiegungen hervorzu- bringen. Nach Art der Zangen ausgeführt, entstehen so die Rundzangen (Biegezangen, *Pincettes rondes*, *Round plyers*, *Round nose-plyers*), (Fig.

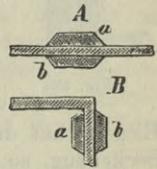


Fig. 251.

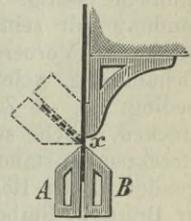


Fig. 252.

253, die sich von den Flachzangen nur durch die Beschaffenheit der Backen unterscheiden, wie die Querschnitte a, b, c ergeben. — Wenn man hier ebenfalls statt der Backen Lineale mit runden Kanten anwendet, so erhält man eine Biegemaschine, welche runde Kanten (Umschlag) abbiegt (Umschlagmaschine). Als eine besondere Art dieser Umschlagmaschine ist diejenige anzusehen, bei der zwar winklige Kanten vorhanden sind, die aber nach dem in Fig. 248 erklärten Prinzip Rundbiegungen von beliebigem Radius anzufertigen im stande ist, wie Fig. 254 zeigt, wobei zur Erklärung die Bemerkung genügt, daß die beiden Teile a b

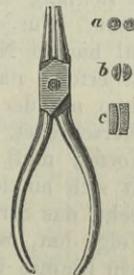


Fig. 253.

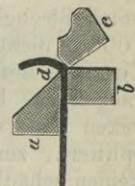


Fig. 254.

(Spannbacken) das Arbeitsstück halten, während der um die Ecke d drehbare Biegebacken c durch Auf- und Niederschwingen die Biegung veranlaßt. — Durch abwechselnde Benutzung dieser Vorrichtungen kann man die mannigfaltigsten Biegungen (Gesimse etc.) erzeugen. — Um die Rundbiegungen

zu einem vollen Kreis (Zylinder) möglich zu machen, sogen. Wulste zu bilden, wird das Blech um einen massiven, durch eine Kurbel gedrehten Stahlzylinder herumgebogen (Wulstmaschine), der aber wegen des geringen Durchmessers gegen die Durchbiegung geschützt werden muß, wodurch sich die Konstruktion Fig. 255 erklärt.

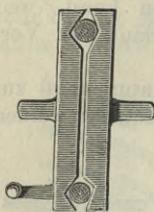


Fig. 255.

Das Biegen um einen Dorn oder eine Form, muß wie schon oben bemerkt wurde, in einzelnen Fällen so stattfinden, daß die biegende Kraft an allen Stellen zugleich in Wirkung tritt. Das kann nun am einfachsten dadurch hervorgerufen werden, daß man den zu biegenden Körper zwischen zwei Formen (eine innere und eine äußere) bringt und nun beide Formen gehörig durch Pressen, Schraubzwingen etc. zusammenpreßt oder sie auch wohl durch Stoß gegeneinander führt. — Diese Methode des Biegens hat daher große Verwandtschaft mit dem Pressen und dem Ziehen im Seckenzug, so daß hier der Übergang zwischen der Formgebung durch Dichtung und Streckung und derjenigen durch Biegung liegt.

Wenn auch die Biegsamkeit des Holzes im Vergleiche zu derjenigen der biegsamen Metalle gering ist und eine Formänderung durch Biegen nur in beschränkter Weise gestattet, z. B. die Erzeugung scharfer Ecken ausschließt, so findet sie doch in einer Reihe von Fällen in großem Umfange Anwendung (Anfertigung gebogener Möbel, Radreifen, Faßdauben, Wagenteile, Schachtelränder, Treppengeländer, Rippen und Kielstücke in Schiffen u. dgl.). Die eigentümliche faserige und daher zum Splittren geneigte Struktur des Holzes in Verbindung mit seiner bedeutenden Elastizität fordert übrigens nicht nur eine bestimmte Vorbereitung, sondern auch während und nach der Biegung eine Behandlung, welche durch das Verhalten und einige Eigenschaften des Holzes bedingt ist. — Zur Vorbereitung gehört zunächst die Herstellung von Holzstücken, welche sowohl in Größe als Gestalt den fertigen Gegenständen, in gestrecktem Zustande gedacht, nahe kommen. Um diese Rohformen zu erhalten, genügt in der Regel ein Zerschneiden oder ein Spalten des astfreien Stammes in Brettern, Stäbe, Latten u. dergl., und darauf ein Abhobeln, Abdrehen usw. — Eine weitere Behandlung erfährt das Holz zur Vermehrung seiner Biegsamkeit und zur vorübergehenden Aufhebung seiner Elastizität auf Grund der S. 42 erörterten Eigenschaften durch Zuführung von Feuchtigkeit und Wärme. Bei einfachen Arbeiten und geringen Biegungen (Faßdauben) genügt es, die Holzstücke eine Zeitlang in Wasser liegen zu lassen und dann über freiem Feuer zu erwärmen. Für die meisten Fälle besteht die Vorbereitung in einem Dämpfen, weil hierbei Nässe und Wärme gleichzeitig und regelmäßig mitgeteilt wird. Es erfolgt nach den S. 49 gegebenen Regeln in Kammern oder unter Blechglocken mit der Vorsicht, daß die Temperatur des nassen Dampfes  $100^{\circ}\text{C}$  nicht überschreitet. — Sofort nach dem Dämpfen, also noch in heißem Zustande des Holzes, muß die Biegung vorgenommen werden. Da nun beim Biegen das Holz sich an der konkaven Seite zusammenpreßt und an der konvexen Seite streckt, das Strecken aber ein Abspringen der Holzfasern, ein Aufsplittren, zur Folge hat, während das Stauchen, selbst bei erheblicher Größe, keinen schädlichen Einfluß hervorruft, so ist es notwendig, während des Biegens diese Streckung durch eine Gegenwirkung aufzuheben. Aus diesem Grunde wird das Holz an der konvexen Seite mit einer Schiene armiert, welche sich mit dem Holze biegen läßt, aber durch vorspringende oder angebogene Winkelstücke oder sonstige Mittel derart die Holzstücke faßt, daß letztere nur gestaucht aber nicht gestreckt werden können. Haben diese wie z. B. bei Stuhlteilen, stellenweise die konvexe Seite außen, stellenweise innen, so ist auch die

Armatur dementsprechend abwechselnd außen oder innen anzubringen. Um bei großen Holzstücken den erforderlichen Zwang ausüben zu können, ohne schwer biegsame Schienen anwenden zu müssen, gebraucht man zweckmäßig durch Schrauben spannbare Ketten. In dem armierten Zustande wird das Holz dann dadurch gebogen, daß man es durch Zug- oder Druckmittel (Gurte, Ketten, Seile, Schrauben, Hebel etc.) in eine anschließende Form zwingt. In dieser Zwangslage findet darauf, bei einer auf  $40^{\circ}$  C gesteigerten Wärme, das Trocknen in Trockenkammern statt, nach welchem das gebogene Holz in der aufgedrängten Lage vollständig erhalten bleibt (steht). — Da die Biegung selbst eine mitunter sehr bedeutende Kraft beansprucht, so wird sie vielfach auf Biegemaschinen<sup>1)</sup> vorgenommen, die entweder so eingerichtet sind, daß sie das Holzstück unter Anwendung von Andruckwalzen auf drehende Scheibenformen aufwickelt (alle kreisförmig oder spiralförmig etc. gebogene) oder, mittelst Schrauben, besonders aber durch Exzenter bewegte Winkelhebel, in die Form einpressen.

Der Vorgang, der durch Fig. 250 verdeutlicht ist, zeigt einen anderen Weg zur Hervorbringung von Biegungen, namentlich von solchen, die nach Kreislinien erfolgen sollen. In diesem Fall ist es ja nur nötig, die Pfeilhöhe zu begrenzen, weil bei konstanter Entfernung  $ab$  der Kreisdurchmesser ebenfalls bestimmt ist. — Legt man z. B. zwei Eisenstücke auf den Amboß und darüber eine Stange und schlägt auf die Stange, so daß sie bei jedem Schläge die Amboßbahn berührt, dann entsteht, wenn die Stange zugleich vorwärts geschoben wird, ein kreisförmiger Ring (Herstellung der eisernen Wagenradreifen, Tonnenbänder etc.), dessen Durchmesser durch die Entfernung und Höhe der Klötze gegeben ist. — Eisenbahnschienen, die zur Herstellung von Bahnkurven gebogen werden müssen, erhalten oft diese Biegung auf einer Maschine, die nach demselben Prinzip gebaut ist und bei welcher der Druck durch eine Schraube in Verbindung mit einem Kniehebel hervorgebracht wird. Das Wesentlichste dieser Maschine ist ein Parallelogramm aus vier starken Eisenstangen, welche in den vier Eckpunkten gelenkartig zusammensitzen. Durch das Parallelogramm geht diagonal eine Schraube, welche auf der halben Läng linksgängig und auf der anderen Hälfte rechtsgängig ist und in den Eckpunkten des Vierecks entsprechende Muttern besitzt. Diese Schraube wird durch einen Schlüssel gedreht und infolgedessen eine Verlängerung und Verkürzung beider Diagonalen und demnach eine Druckäußerung hervorgebracht<sup>2)</sup>. — Auf demselben Grundsatz beruhen auch die nach Art der Wasserdruckpressen (Fig. 216 S. 178) gebauten Biegemaschinen zum Biegen schwerer Arbeitsstücke (Panzerplatten) nach Kreislinien. Hierbei sitzen zwei Druckstützen  $a, b$  nach Fig. 250 an dem Preßkolben während in der Mitte dazwischen die dritte Stütze  $c$  von der Unterlage gebildet wird.

Da es übrigens für den Erfolg ganz gleichgültig ist, ob die durchbiegende Kraft durch einen Schlag oder durch einen festen Widerstand bei  $c$  (Fig. 250) erzeugt wird, so kann man einen Stab etc. auch dadurch rund biegen, daß man ihn über die beiden Stücken  $a$  und  $b$  und unter  $c$  durchschiebt. Dadurch aber wird wieder eine Stetigkeit der Kraftäußerung, also der Arbeit, erzeugt, deren Nutzen noch größer wird, wenn man die drei festen Stützen  $a, b, c$  als Walzen oder Rollen anordnet demnach die gleitende Reibung in eine rollende verwandelt und durch Drehung der Walzen eine ununterbrochene Bewegung

1) Exner, Das Biegen des Holzes. 2. Aufl. Weimar 1880. — Romberg, Ztschr. 1858, Taf. 26. — Dingers Journ. 223, 256; 239, 16; 256, 62; 257, 131. — 2) E. Schrabetz, Neuer patent. Schienenbiegeapparat, Wien 1874.

hervorbringen kann. — Deshalb gehören diese Walzenbiegemaschinen (Biegewalzwerk, Machine à cintrer, *Bending machine*<sup>1)</sup> zu den brauchbarsten und verbreitetsten Geräten und Maschinen dieser Art. Obwohl sie eben sowohl konstruiert werden zum Biegen dünner Bleche (zu Dachrinnen etc.) und dicker Bleche (Kesselbleche und Panzerplatten) als zum Biegen von Draht, dünnen Stäben (zu Radreifen, Federn etc.) und starken Stäben (Tyres, Eisenbahnschienen etc.), so beruhen doch alle Konstruktionen auf dem Prinzip, das der Blechbiegemaschine (Fig. 258) zugrunde liegt. Das Blech wird von den beiden Walzen a b gefaßt und gegen die dritte Walze (Biegewalze<sup>1)</sup> c geschoben und also hier konstant abgelenkt. Von den Zuführwalzen erhält die eine, bei kleinen Maschinen

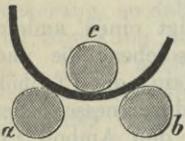


Fig. 256.

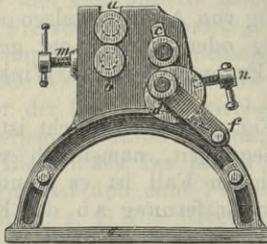


Fig. 257.

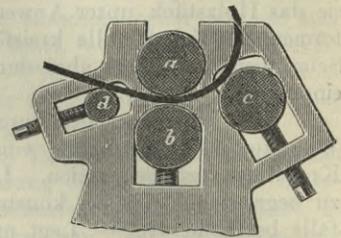


Fig. 258.

durch eine Handkurbel, bei großen durch Vorgelege und Riemenbetrieb, eine Drehung, während die andere durch Reibung oder Zahnräder mitgenommen wird. Um ihre Stellung den verschiedenen Blechdicken anzupassen, wird die Walze b verschoben und zwar entweder durch ein exzentrisches Lager oder durch Druckschrauben in ähnlicher Weise, wie oben bei den Fig. 233 (S. 201) näher erörtert ist. Ebenso ist die Biegewalze c verstellbar anzuordnen, um beliebig große Biegungen vornehmen zu können. Diese Verstellung geschieht durch eine exzentrisch sitzende runde Scheibe d, auf welcher das Lager der Walze c liegt und die, je nach ihrer durch den Hebel f hervorgebrachten Lage, die Walze c höher oder niedriger festlegt. Um beide Lager gleichzeitig und gleichmäßig verstellen zu können, werden die Hebel beider Lager durch eine Stange miteinander verbunden. Die Walze a kann ferner ausgehoben werden, um rohrartig zusammengebogene Bleche leicht herunterzunehmen. Die Druckschrauben m und n bewirken die Feststellung der exzentrischen Scheiben, auf welchen die Walzenlager ruhen, um eine unbeabsichtigte Verstellung zu hindern. Bei stärkeren Blechen ist eine sog. Vorgelegewalze d (Fig. 258) die ebenfalls verstellbar angeordnet sein muß, zur leichteren Einführung des Arbeitsstückes und zur Beschleunigung der Arbeit nützlich. — In dieser Figur ist auch die Verstellung der Walzen vermittelt Schrauben ersichtlich, welche nebenbei den Vorteil hat, daß man durch verschiedene Stellung der zwei Schrauben die Biegewalze schräg legen kann, wodurch bei der Biegung ein Kegelmantel hervorgebracht wird.

In denjenigen Fällen, wo Arbeitsstücke, welche durch eine Walzenbiegemaschine rund gebogen werden sollen, bestimmte Profile haben, z. B. Eisenbahnschienen, Winkelisen etc., müssen auch die Biegewalzen solche Profile bekommen, also mit einem Kaliber versehen sein. — Ferner ist es notwendig, hohle Körper (schmiedeeiserne, kupferne etc. Röhren) dadurch gegen das Einknicken zu schützen, daß man den Hohlraum vorübergehend ausfüllt durch

<sup>1)</sup> Ztschr. d. V. d. Ing. 1885, S. 463; 1889, S. 818. — Dinglers Journ. 229, 30; 243, 372; 244, 166; 271, 440; 277, 543; 289, 60, 121; 291, 175; 292, 25, 49.

Eingießen von Pech, Blei etc. oder durch biegsame Kerne, die später entfernt werden<sup>1)</sup>.

Die Durchmesser der Biegewalzen richten sich nicht nur nach der Größe des Krümmungshalbmessers, sondern besonders auch nach der Blechdicke. Zum Biegen von Kesselblech beträgt die Dicke der Walzen etwa 0,3 m. Ihre Länge ist nicht größer als die Breite der Blechplatten, also durchschnittlich 1 bis 1,5 m. Um beim Biegen sehr breiter Bleche die bauchige Form zu verhindern, welche infolge der Durchbiegung der Oberwalze entsteht, wird letztere entweder ballig gemacht oder besser durch Druckrollen gegen das Durchbiegen geschützt<sup>2)</sup>. — Durch Anordnung mehrerer Walzen oder Rollen in Zickzackaufstellung hintereinander entsteht eine Biegemaschine zum Geraderichten von Blech, Draht etc. (Richtemaschine). — Nach den Versuchen von Hartig<sup>3)</sup> ist die Formel

$$A = \alpha \frac{h}{\rho} V \text{ mkg,}$$

worin  $h$  die Blechdicke und  $\rho$  den Krümmungshalbmesser in mm,  $V$  das Volumen in cbmm und  $\alpha$  ein Koeffizient bedeutet, für die Angabe über den Verbrauch an Nutzarbeit zur Biegung einer geraden Tafel zu einem Zylinder, zu benutzen. Hierbei ist sodann

$$\alpha = 0,75 \text{ für kaltes Schmiedeeisen,}$$

$$\alpha = 0,10 \text{ für rotwarmes Schmiedeeisen}$$

gefunden worden.

Seite 189 ist die Methode angedeutet, nach welcher Blechstreifen in einem Seckenzug nach einem Querprofil, das in den Druckbacken vorhanden ist, gebogen werden können. Verwandelt man nunmehr diese Druckbacken in Druckwalzen und setzt letztere in Drehung, so erreicht man außer dem Vorteile, den die Drehbewegung der schleifenden gegenüber überhaupt besitzt, auch noch den, daß man bereits zylinderförmig gebogene Bleche auch noch querbiegen kann, weil man einen solchen Zylinder zwischen zwei Walzen einzulegen imstande ist, wie ohne weitere Erklärung aus Fig. 259 hervorgeht, wo die Unterwalze  $b$  eine rundum laufende Rinne und die Oberwalze  $a$  einen entsprechenden Ring besitzt, der das Blech des Hohlzylinders  $c$  in die Rinne eindrückt. Zur Hervorbringung der Drehung ist ein machinales Organ notwendig, welches in einer Kurbel, seltener in Riemenscheiben mit Zahnräderübersetzung besteht. Die auf solche Weise entstehende Maschine zur Formänderung nach dem Begriffe des Biegens heißt Bördel- oder Siekenmaschine (auch Gesimswalzwerk, *Swaging machine*) wegen ihrer Verwendung zur Erzeugung von Bördeln oder Sieken und Gesimsen<sup>4)</sup>. Aus Fig. 260 geht die Einrichtung dieser Maschine hervor. Die Form- oder Fassonwalzen  $a, b$ , welche paarweise zusammengehören, stecken auf parallelen

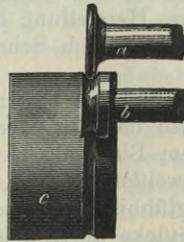


Fig. 259.

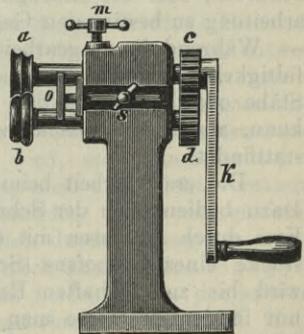


Fig. 260.

1) Dingers Journ. 106, 5; 221, 202; 262, 251. — 2) Dingers Journ. 292, 25. — 3) Hartig, Leistung von Werkzeugmaschinen, Leipzig 1873, S. 222. — 4) Dingers Journ. 164, 408. — Jobard, Bulletin. Tom. 42. S. 221. — Hütte 1861, Taf. 13.

Wellen *a c* und *b d*, die bei *c* und *d* Zahnräder tragen, um das Mitnehmen zu sichern, wenn infolge der Umdrehung der Handkurbel *K* sich die Welle *a c* dreht. Die Oberwelle wird durch eine Feder nach oben und durch die Druckschraube *m* nach unten gedrückt, so daß sowohl ein Einstellen als ein allmähliches Herunterstellen der Scheibe *a* gegen *b* möglich wird. Zwischen den freistehenden Wellen befindet sich bei *o* ein durch die Schraube *s* festzustellendes Lineal, um eine sichere Führung zuzulassen. — Eine Verwendung in größerem Maßstabe finden die Biegemaschinen, insbesondere diejenigen nach dem Systeme der Siekenmaschinen zur Herstellung von Wellblech und Wellröhren<sup>1)</sup>, sowie zum Kumpen (s. S. 214) schwerer Blechtafeln z. B. Dampfkesselböden.

### III. Die wichtigsten auf der Dehnbarkeit der Körper beruhenden Arbeiten.

#### A. Schmieden.

Eine der wichtigsten Arbeiten, welche mit Hilfe der vorgeschriebenen Werkzeuge und mechanischen Vorrichtungen vollzogen wird, ist die Formgebung des Schmiedeeisens und Stahls in der Glühhitze, welche Schmieden<sup>2)</sup> (*Forger*, *Forge*) im engeren Sinne genannt wird. Zum Schmieden im weiteren Sinne gehört das Luppenzängen (S. 10), dann die Bearbeitung von Blöcken aus schmiedbarem Eisen um eine Verdichtung und eine größere Gleichmäßigkeit und Zähigkeit zu erzielen (S. 12). Der Hauptzweck des Schmiedens ist die Hervorbringung von Gestalt und Formen, welche wenig Nacharbeit zur Vollendung bedürfen, oder die Erzeugung solcher Formen, welche erst durch weitere Ausarbeitung zu bestimmten Gegenständen umgebildet werden sollen (*Vorformen*). — Während die ausgearbeiteten Gegenstände eine außerordentlich große Mannigfaltigkeit darbieten, sind die Vorformen höchst einfacher Natur, gewöhnlich nur Stäbe oder Platten, so daß ihre Herstellung hier um so mehr überragen werden kann, als sie nur ausnahmsweise durch Schmieden, in der Regel durch Walzen stattfindet.

Die erste Arbeit beim Schmieden besteht in der Erwärmung des Metalles. Dazu bedient sich der Schmied des Schmiedefeuers (S. 148), das er in der Esse durch Anblasen mit dem Blasebalg etc. unterhält und für große Arbeitsstücke eines Glühofens (Schweißofens). Das in das Feuer geschobene Eisen wird bis zur lebhaften Rotglühhitze oder zur schwachen Weißglühhitze, und nur in dem Fall, wo man Stücke durch Schweißen vereinigen will, zur starken Weißglühhitze (Schweißwärme, Schweißhitze, *Chaude suante*, *Blanc soudant*, *Welding heat*) erhitzt. Den Stahl darf man nie so stark als Eisen erhitzen, weil es sehr leicht verbrennt und schlecht wird. — In diesem Zustande wird das Metall auf den Amboß gebracht und nun so lange bearbeitet, bis die Wärme bis zur Dunkelrotglut abgenommen hat. Darauf folgt, wenn das Arbeitsstück noch nicht fertig geschmiedet ist, eine neue Erwärmung (*Hitze*, *Chaude*, *Heat* usf. bis zur Vollendung.

Bei jeder Hitze findet eine Oxydation des Eisens statt, welche einen beträchtlichen Eisenverlust durch die Bildung und das Abspringen von Eisenoxydul (*Hammerschlag*, *Glühspan*, *Mächefer*, *Slag*, *Slack*) zur Folge hat. Dieser Verlust richtet sich nach der Zahl der Hitzen und beträgt in ge-

1) Dinglers Journ. 238, 25; 240, 262; 247, 139; 251, 210; 254, 288; 264, 476. —

2) Oberstadt S. 5. — Schmelzer, Betrieb der Schmieden. Leipzig 1888. — Specht, Massenfabrikation. Berlin 1893, S. 88.

wöhnlichen Fällen 6 bis 10 Prozent, kann aber bis zu 20 Prozent und mehr steigen. Indem mit der Zahl der Hitzen außerdem auch der Kohlenverbrauch wächst (der in gewöhnlichen Fällen 70 bis 90 Prozent des Eisens beträgt aber auch oft auf 100 bis 190 Prozent steigt), ist es eine Hauptaufgabe des Schmiedes mit möglichst wenig Hitzen die Arbeit zu vollenden. — Die Erfüllung dieser Aufgabe hängt zum größten Teile von der Geschicklichkeit des Arbeiters, stehen aber auch von der Auswahl der Nebenwerkzeuge ab, die ihm zu Gebote sodann — Das Eisen wird auf dem Ambosse liegend entweder von dem Schmiede allein mit dem Handhammer, oder, je nach der Größe des Arbeitsstückes, mit Zuhilfenahme eines oder mehrerer Hilfsarbeiter (*Zuschläger*, *Frappieur*, *Striker*) mit dem Zuschlaghammer oder bei den größeren Stücken unter dem mechanischen Hammer in der Weise ausgeschmiedet, daß er es durch Drehen, Wenden und Verschieben dem Hammer so darbietet, daß die Schläge nach dem Grade der gewünschten Deformationen auf die einzelnen Stellen einwirken, wobei die Schmiedezangen (S. 52) zum Anfassen dienen, wenn der Arbeitsgegenstand nicht von einer längeren, in der Hand zu haltenden, Stange abgeschmiedet wird. — Trotzdem bei dieser Arbeit durch den Wechsel im Gebrauche der Hammerfinne und der Hammerbahn eine sehr große Verschiedenartigkeit in der Form erzielt werden kann, so läßt sich doch die Formgebung selbst auf vier Hauptarbeiten zurückführen.

1. Das Strecken (*Zainen*, *Ausstrecken*, *Étirer*, *Drawing down*). Durch Aufschlagen mit der Hammerfinne verbreitert (*streckt*) sich das Eisen rechtwinklig zur Finne, so daß man durch diese Arbeit eine Verdünnung und Verbreiterung jeder Art hervorbringt (*Abfinnen*, *Amorcer*, *Scarf*), wie unter anderem zum Zusammenschweißen, zur Bildung schaufelartiger Gegenstände u. dgl. erforderlich wird.

2. Das Stauchen (*Refouler*, *Jumping*, *Up-setting*). Wird ein Eisenstück an einer Stelle genügend erhitzt und in der Längenrichtung gestoßen, entweder indem man mit dem Hammer gegen das Ende schlägt, oder indem man das Eisenstück gegen den Amboß oder einen in den Fußboden eingelassenen Stein stößt, so wird es sich an den glühend gemachten Stellen verdicken (*stauchen*). Dieses Mittel ist, wenn es vorsichtig gehandhabt wird, sehr fruchtbar bei der Bildung aller Arten Wulste, Ringe, Köpfe etc. Nur muß man nicht versäumen, die leicht entstehenden Kantenrisse durch Überschnieden wieder zu entfernen. Nagel-, Niet- und Schraubenköpfe werden gewöhnlich durch Anstauchen hervorgebracht. Mit Vorteil benutzt man zu dieser Arbeit auch *Stauchmaschinen*<sup>1)</sup>, die mittelst Zangen wirken, welche das Metall an beiden Seiten der erhitzten Stelle fassen und dann durch eine Kraft zusammenschieben, die durch Hebel, Schrauben, hydraulische Pressen, Exzenter etc. ausgeübt wird. Zu diesen Maschinen gehören die Nagel-, Niet- usw. Maschinen.

3. Das Schmieden in Gesenken (*Gesenkschmieden*)<sup>2)</sup>. Das letzte Überarbeiten bei solchen Gestalten, welche nicht wohl mit dem einfachen Hammer vollendet werden können, findet in Gesenken oder unter Gesenken, wozu auch die Setzhämmer (S. 182) zum Ansetzen gerechnet werden können, statt, deren Zahl mitunter sehr groß ist und die oft Spezialnamen erhalten:

*Rundgesenke* (*Étampe ronde*, *Rounding tool*). Dieses Gesenk besteht aus einem halb zylindrisch ausgehöhlten Unter- und Obergesenk und dient zum Ausschmieden glatter, runder Stangen (wie dies früher besonders zur Herstellung

1) Masch.-Konstr. 1878, S. 115, 296; 1882, S. 191, 540; 1895, S. 63, 196. — Dinglers Journ. 229, 108; 230, 399, 455; 235, 422; 245, 106. — 2) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1903, S. 1401.

des Rundeisens unter Wasserhämmern üblich war), der Achszapfen an Wagenachsen (Fig. 222) etc. Das Untergesenk allein wird zur Ausbildung halbrunder Gestalten (z. B. Feilen) gebraucht, deren flache Seite durch die Hammerbahn gebildet wird. — Schlüsselgesenke. Dieses Gesenk bildet an dem roh vorgeschmiedeten Schlüssel den Ring (Raute), das Rohr mit der wulstförmigen Verstärkung (Gesenk) und den Bart aus. — Nagel-



Fig. 261.

Clouyère, Cloutière, *Heading tool*, *Bolt-header*). Das Nagelisen ist eine Unterlage zur Ausbildung des Kopfes an einem Nagel, einer Schraube etc. und besteht (Fig. 261) aus einem längeren mit Stahl belegten Eisenstücke, das mit der Hand gehalten wird oder durch das Eigengewicht auf dem Ambosse festliegt und ein oder mehrere Löcher o enthält, welche oft an der oberen Kante (O) ein Gesenk

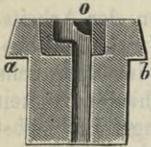


Fig. 262.

(versenktes Nagelisen) bilden, in welches der vorgearbeitete Nagel- oder Schraubenkopf glühend eingesteckt und durch Hammerschläge eingetrieben wird. Je nach dem Lochquerschnitte unterscheidet man runde, viereckige (quadratische) und flache Nagelisen. — Soll der Kopf oben noch besonders ausgebildet werden, so wird noch ein Stempel (Kopfstempel, Kopfgesenk, Estampe) zu Hilfe genommen. — Zur Herstellung von Schraubennägeln, Schraubenköpfen, Schienen-nägeln und ähnlichen oft anzufertigenden Schmiedestücken wird zweckmäßig ein Schlagwerk (S. 184), eine Schmiedemaschine (S. 175) oder ein Trithammer (Fig. 201, S. 161) angewendet. Das Gesenk wird dann, wie das in Fig. 262 gezeichnete Schienen-nagelisen erkennen läßt, mit einem Vorsprunge a b unter dem Hammer in den Amboß eingesetzt.

4. Das Biegen und Schmieden über dem Dorne. Winklige Biegungen werden erzeugt, indem man das Arbeitsstück um die Amboßkante oder um das viereckige Horn herumschlägt; und runde Biegungen über dem runden Amboßhorne, oder über einem zylindrischen oder kegelförmigen Eisenstücke (Dorn, Mandrin, *Mandrel*). Das Weiterausschmieden eines runden Ringes kann nur auf einer eben solchen Grundlage stattfinden (Schmieden über dem Dorne), indem man die Außenfläche bearbeitet. — Besondere Biegungen fordern mitunter eigenartige Einrichtungen, z. B. 8förmige Glieder zu einer Kette, werden über der Sprenggabel (Griffe, *Double set*) gebogen. Man versteht darunter einen Klotz, welcher mit einem Zapfen in das Amboßloch gesteckt wird und auf der Oberfläche mit zwei zylindrischen Zapfen ausgestattet ist, um die nun der Eisenstab 8förmig herumgebogen wird. — Über das Biegen großer Stücke ist bei den Biegemaschinen das Nötige gesagt.

Schwere Arbeitsstücke werden unter mechanischen Hämmern oder Pressen geschmiedet; ebenso bedient man sich der mechanischen Schnellhämmer vielfach für Massenerzeugung namentlich unter Benutzung von Gesenken (Gesenschmieden). Besitzen Schmiedestücke ein solches Gewicht, daß ihre Bewegung durch Arbeiter nicht mehr möglich oder doch sehr erschwert ist, so gelangen auch zum Bewegen mechanische Hilfsmittel in Anwendung. Dazu gehören zweiarmige Hebel, welche an Ketten oder Stangen hängen, mit kurzen gebogenen Armen zum Fassen der Arbeitsstücke und langen Armen zum Handhaben von seiten des Arbeiters. Ferner Krane mit Katzen und Ketten, Blockwagen zum Transport zwischen Ofen und Hammer. Zum Wenden eignen sich außer Zangen besonders endlose Ketten, welche über Rollen laufen und das Arbeitsstück tragen, welches dadurch gewendet und festgehalten wird, daß der Arbeiter Stangen durch die Kettenglieder steckt und damit die Kette über die Rolle

hin- und herbewegt. — Auch Wasserdruckanlagen stehen zum Bewegen schwerer Arbeitsstücke in Anwendung.

## B. Treiben.

Die Bearbeitung eines Bleches mittelst Hammer und Amboß in der Weise, daß daraus schalenartige oder ähnliche Vertiefungen entstehen, wird das Treiben (Hämmern, Schlagen, Martelage, *Hammerring*) genannt. Es beruht auf der oben erklärten Erscheinung, daß ein kräftiger Hammerschlag auf Blech an der Schlagstelle eine Beule hervorbringt, und daß eine Reihe solcher Beulen, je nach ihrer Größe und Verteilung, größere Flächen aus der Ebene verdrängen und muldenförmig ausdehnen muß. Geschieht nun diese Muldenbildung in der Ausdehnung der Mittelpartien eines Blechstückes, so heißt diese Arbeit das Auftiefen (*Emboutir, Chase*), geschieht sie aber in der Weise, daß man die Randpartien durch Schlagen aus der Ebene heraushebt (wodurch derselbe Zweck erreicht wird), so nennt man die Arbeit Aufziehen (*Relever, Raise*) oder Schweifen, Ausschweifen, wenn nur der Rand bearbeitet wird, um ein Gefäß vasenförmig zu erweitern. Wie man durch Kombinierung des Auftiefens mit dem Aufziehen und Schweifen unter Zuhilfenahme der verschiedenartigen Hämmer und Amosse (Stöcke) die mannigfaltigsten Gestalten hervorbringen vermag, zeigen namentlich die Arbeiten des Kupferschmiedes und der Gold- und Silberarbeiter, welche letztere namentlich auch noch die verschiedenartigsten Punzen zu Hilfe nehmen.

## C. Drücken.

Mit dem Treiben nahe verwandt ist diejenige Formänderung, welche nicht durch unmittelbar aneinander gereichte Schläge mit Hämmern etc., sondern durch einen nach einer Linie fortschreitenden Druck hervorgebracht wird, infolgedessen sich das Arbeitsstück (aus Blech) an eine Unterlage anschmiegt (*Drücken, Rétrendre, Repousser, Spinning, Burnishing*). Das Blech wird zu dem Zwecke über eine Form (*Futter, Modell, Mandrin, Emprunt, Mould, Chuk*) gespannt oder in der Mitte desselben befestigt, mit dieser Form in eine drehende Bewegung versetzt und dann durch andrückende Werkzeuge aus Stahl (*Drückstähle, Outil à repousser, Burnisher*) entweder in das Modell eingedrückt (Drücken im engeren Sinne) oder über das Modell herumlegt (Aufziehen).

Die Modelle werden teils von hartem Holze (Weißbuchen, Pockholz, Buxbaumholz), teils von Metall und bei Hohlgefäßen von bauchiger Beschaffenheit nach denselben Regeln aus mehreren Stücken hergestellt, wie auf S. 124 für die Metallkerne hohler Gußformen angeführt ist. Sie erhalten ihre Drehung durch eine horizontale (Drehbank-) oder vertikale Spindel, mit der sie durch eine Schraube (Fig. 263) a, wie ein Drehbankfutter verbunden werden. Die Blechplatte b, welche in die Hohlform eingedrückt werden soll, wird zuerst so lange von einer Scheibe c durch eine Zentralspitze d gegen die Form gepreßt, bis der Rand e derselben soweit in eine Furche des Modells eingedrückt ist, daß das Blech wie ein Trommelfell aufgezogen erscheint und nicht abgleiten kann. Indem dann die Platte c weggenommen und der Stahl allmählich von der Peripherie zum Mittelpunkte und umgekehrt fortschreitend gegen das Blech gedrückt wird, während dieses

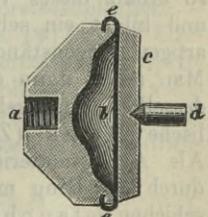


Fig. 263.

sich dreht, preßt es sich in die Form ein. — Ist das Modell konvex statt konkav und sollen also überstehende Teile aufgezogen werden, so wendet man zweckmäßig auf jeder Blechseite einen Drückstahl an, weil hierbei die Bildung von Runzeln nicht zu befürchten ist.

Die Drückstäbe sind kurze, gehärtete, angelassene und polierte Stahlkörper von verschiedener Form, aber immer mit abgerundeten Kanten versehen, die bei Gebrauche in kurzen oder langen Heften (zum Auflegen auf die Schulter oder zum Festhalten unter dem Arm) mitunter im Drehbanksupport sitzen. Die Blechoberfläche wird mit Fett oder Seifenwasser schlüpfrig erhalten. — Manche Abweichungen entstehen oft durch das Arbeitsstück, z. B. bei der Befestigung, wenn dasselbe in der Mitte ein Loch hat, durch welches eine Schraube in das Modell gezogen werden kann; wenn es seiner großen Vertiefung wegen aufgezogen und gedrückt wird, oder eine Reihe von Formen notwendig macht, welche nach und nach in die verlangte übergehen. — Mitunter kann es nützlich sein, statt der Drückstäbe kleine Stahlräder anzuwenden, namentlich z. B. wenn rohrartige Gefäße auf der Oberfläche herumlaufende Wulste erhalten sollen; zum Befestigen der Siederöhren und zu ähnlichen Zwecken<sup>1)</sup>. — Wenn das Modell unrund ist und seine Achse sich dieser Figur entsprechend bewegt, so entstehen auch unrunde (ovale etc.) Arbeitsstücke. (S. Drehbank.) — Hierher gehört auch das Verfahren, Blechplatten, z. B. Dampfkesselböden, am Rande aufzubiegen (K ü m p e n), welches darin besteht, daß das Arbeitsstück mit einer festen Unterlage dreht, während stetig näherrückende Druckwalzen den Rand allmählich umlegen.

## D. Stanzen, Prägen, Ziehen<sup>2)</sup>.

Die Formgebung zwischen zwei Stempeln erfolgt entweder in der Art, daß das Arbeitsstück durch Biegung ohne erhebliche Änderung der Dimensionen eine andere Form annimmt (z. B. bei der Bildung einer Schale aus einer ebenen Blechplatte) oder daß auf den Flächen des Arbeitsstückes ein Fließen hervorgerufen wird, vermöge dessen dickere und dünnere Partien, Hebungen und Senkungen entstehen (z. B. Erzeugung von Münzen aus glatten Metallplatten). Der erste Vorgang heißt Stanzen und erfolgt zwischen Stempeln, die ebenfalls Stanzen genannt werden und die ausgedehnteste Anwendung in der Massenfabrikation von Gegenständen aus Blech finden (Gold-, Silber-, Tombak-Schmucksachen, Löffel, Schalen usw.). Zur Kraftbetätigung dienen vielfach Fallwerke und Stoßwerke, wie S. 176 u. f. angegeben ist. — Erweitert sich bei diesem Vorgang der Unterstempel zu einer Matrize ohne Boden, also zu einem Ring, so erhält dieses Werkzeug eine Ähnlichkeit mit einem Ziehisen, S. 185, und bildet ein sehr wichtiges Mittel zur Erzeugung von Gefäßen und gefäßartigen Gegenständen (Fingerhüte, Flaschenkapseln, Kochtöpfe, Röhren usw.). Man nennt dann den Vorgang auch Ziehen, benutzt aber zur Durchführung desselben durchgehends Druckkräfte, namentlich Exzenterpressen und hydraulische Pressen (Ziehpressen) mitunter auch Schraubenpressen (S. 174). Als Arbeitsmaterial dienen runde Scheiben aus Blech. Beim Durchdrücken durch den Ring müssen sich die Blechteile in peripherischer Richtung zusammenschieben (stauchen) und in radialer Richtung dehnen (strecken) und zwar

<sup>1)</sup> Dingers Journ. 151, 93; 192, 273; 240, 89; 248, 158; 259, 545. — <sup>2)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1895, S. 1501; 1903, S. 508. — Dingers Journ. 200, 349; 237, 267; 240, 158; 246, 362; 289, 60, 73; 298, 231; 305, 73; 309, 203; 315, 428. — Stahl und Eisen 1901, S. 584, 1113. — Zeitschr. f. Werkz. 1899, S. 317.

um so mehr, je näher die Teile der Peripherie liegen. Die Stauchung im Scheibenrande hat eine Faltenbildung zur Folge, zu deren Vermeidung der Scheibenrand vermittelt eines ringförmigen sog. Blechhalters genügend stark auf die Unterlage angepreßt wird. Durch Wiederholung dieser Umformungsarbeit in abgestuften Ringen gelangt man zu röhrenförmigen Gebilden (s. Röhrenfabrikation).

Der zweite Vorgang bildet das Prägen im engeren Sinne zur Erzeugung von Münzen, Medaillen und ähnlichen Gebilden und wird ausgeführt von Druckwerken (Schrauben-, Exzenter-, Kniehebel- und Wasserdruckpressen), selten von Schlagwerken, zwischen zwei entsprechend geformten Stempeln.

Das Stempelpressen hat zur Voraussetzung, daß die Form des Arbeitsstückes das Ausheben und Abheben der Stempel ohne weiteres gestattet. Fehlt diese Voraussetzung, so kann man nur durch Teilung der Stempel, wie bei Gußmodellen, die Entfernung vornehmen. Um diese Beschränkung in vielen Fällen zu beseitigen, wendet man höchst zweckmäßig als Druckkörper Wasser an, das unter entsprechendem Druck in der Weise zur Wirkung gelangt, daß das umzugestaltende Material durch Wasser in die gestaltgebende Form eingepreßt wird, z. B. ein zylindrisches Metallrohr in eine Hohlkugelform, während die Form unter demselben Wasserdruck steht. Zur Ausführung dieses Verfahrens (nach Huber)<sup>1)</sup> dient ein mit Wasser gefüllter Behälter, in den man die Arbeitsstücke, in der Form durch Kautschukbänder oder Kitt festgehalten und abgedichtet, einlegt. Mit diesem Behälter steht nach Art der S. 179 Fig. 218 angegebenen Einrichtung eine Druckpumpe in Verbindung, die die Erzeugung eines Wasserdruckes bis 10 000 Atm. gestattet, somit Arbeitsstück und Form zusammenpreßt.

## E. Fabrikation von Draht<sup>2)</sup>.

Zur Erzeugung von Draht ist jedes Metall geeignet, welches einen genügenden Grad von Dehnbarkeit (Ziehbarkeit) besitzt. Darum erstreckt sich die fabrikmäßige Herstellung von Draht fast auf sämtliche Metalle, namentlich aber auf Eisen, Stahl, Kupfer, Gelbkupfer, Neusilber, Gold, Silber und Platin, weil diese Metalle in Drahtform vielfach Verwendung finden.

Die Querschnittsform des Drahtes ist in der Regel zwar rund, aber außerdem sehr mannigfaltig. Jeder Draht, dessen Querschnitt vom Kreise abweicht, heißt Dessin-, Fasson- oder Formdraht (Fil façonné, *Special wire*). Die gebräuchlichsten Querschnittsformen sind viereckig (quadratisch), flach, trapezförmig, dreieckig, halbrund. Für besondere Zwecke erhält der Draht bestimmte Querschnitte und diesen entsprechend Benennungen. — Splintdraht von halbrundem Querschnitte (◐) zur Anfertigung von Vorstecksplinten. — Schwalbenschwanzdraht von keilförmigem Querschnitte (▼) in der Uhrmacherei gebräuchlich. — Sperrkegeldraht vom Querschnitte kleiner Sperrkegel (♣), so daß jeder Abschnitt einen kleinen Sperrkegel bildet. — Samtnadeldraht von herzförmigem Querschnitte (♥) zur Anfertigung der Samtnadeln. — Brillendraht von Mondsichelform (☾) zur Einfassung von Brillen-

1) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1901, S. 584. — Dinglers Journ. 316, 244. — Berl. Verh. 1901, S. 169. — 2) Fehland, Fabrikation des Eisendrahtes. Weimar 1886. — Hütte 1872, T. 2. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1858, S. 168; 1869, S. 156, 220; 1877, S. 268; 1878, S. 12; 1879, S. 286; 1880, S. 379; 1881, S. 79; 1886, S. 33, 244; 1887, S. 853. — Stahl und Eisen 1899, S. 316; 1900, S. 1193; 1902, S. 545. — Dinglers Journ. 229, 106, 242; 232, 183; 233, 104; 234, 76; 244, 27; 245, 249; 250, 298, 329; 254, 54, 331; 257, 88; 258, 402; 262, 544; 288, 168.

gläsern. — Eine Gattung von Fassondraht hat die Bestimmung, wie der Sperrkegeldraht, durch kurze Abschnitte gewisse Bestandteile in der Uhrmacherei, bei der Anfertigung von Druckformen in der Kattun-, Tapeten-, Notendruckerei zu liefern. Dahin gehören der Triebdraht (Fil à pignon, *Pinion-wirs*), dessen Querschnitt einem Zahnradchen (★) mit 6, 7, 8, 10 oder 12 Zähnen gleicht und wovon abgesägte Scheibchen Zahnradchen sind; Draht von dem Querschnitte der Musiknotenzeichen (Notendraht), der Sternchen, Blümchen, Blätter, Stengeln usw. (✿ ♣ ◆), welcher in kurze Stücke zerschnitten wird, die in die Form eingeschlagen, Notenplatten und durch ihre Zusammenstellung die kleineren Figuren der Druckformen für Kattun, Buntpapier, Tapeten etc. bilden.

Der Draht wird durch Ziehen, Walzen (Walzdraht) oder Pressen (nur bei Blei und Zinn) hergestellt. — In allen Fällen bedarf das Material insofern einer gewissen Vorbereitung, als es vor der Verarbeitung in eine passende Form gebracht werden muß, was je nach dem Material durch Gießen, Schmieden, Walzen oder durch Abschneiden schmaler Streifen von gegossenen oder gewalzten Platten in besonderen Schneidewerken (s. Schere) geschieht, und bei welcher Vorbereitung die Regel festzuhalten ist, daß der Querschnitt der Vorformen von demjenigen des fertigen Drahtes möglichst wenig abweicht. — Im übrigen erfahren die Metalle beim Ziehen etc. noch eine von ihren Eigenschaften und dem Arbeitsprozesse abhängige Behandlung.

**Eisen- und Stahldraht.** Eisendraht (Fil de fer, *Iron wire*) wird aus dem besten Eisen angefertigt und zwar in seinen dicken Gattungen bis zu 3 mm Durchmesser abwärts durch Walzen (Walzdraht). Zum Drahtwalzen bedient man sich eines Walzwerkes (Drahtwalzwerk), welches aus zwei Walzenstraßen, dem Vorwalzwerke und dem Fertigwalzwerke besteht, deren Walzen in der Weise kalibriert werden, daß nicht nur eine allmähliche Abnahme des Querschnittes, sondern auch ein fortwährendes Durchkneten des Eisens stattfindet. Das Kaliber der Vorwalze ist gewöhnlich der Reihe nach Spitzbogen, Quadrat, Oval, Quadrat, Oval, Quadrat, (◆ ● ◆ ● ◆ ●) mit 30 bis 40 % Abnahme beim Oval- und 25 bis 30 % Abnahme beim Quadratkaliber. Das Fertigwalzwerk hat 6 bis 7 Gerüste, in welchen Oval mit Quadrat abwechselt und auf das letzte Oval ein Rundkaliber als Schluß folgt. Die Abnahme sinkt hier allmählich in der Weise, daß sie in den drei ersten Gerüsten 25 bis 28 %, im 4. und 5. 20 bis 25 %, im 6. 20 % und im letzten nur 3,5 bis 10 % beträgt. — Die Walzen erhalten durchschnittlich 30 cm Durchmesser, 60 cm Länge und 2 Kaliber. Da sich das Eisen nach jedem Durchgange im Verhältnisse der Dickenabnahme verlängert, so ist es zweckmäßig, die Geschwindigkeiten der Walzen nach diesem Streckungsverhältnisse stufenweise zu erhöhen, damit sich zwischen den Gerüsten der Draht nicht anhäuft und abkühlt. Die Vorwalzen drehen sich durchschnittlich mit 250, die Fertigwalzen bis 500 Umdrehungen (Schnellwalzen). — Das Eisen wird als quadratischer Stab (Drahtluppe, Knüppel) von 40 bis 70 mm Seite und 20 bis 25 kg Gewicht, in besonderen Wärmeöfen weißglühend gemacht, eingeführt und so schnell verwalzt, daß eine Hitze ausreicht und daß es noch rotglühend das letzte Kaliber verläßt. Um dies zu erreichen, muß der Stab sofort nach dem Austritt aus dem einen Kaliber in das folgende eingeführt werden (Stechen), wozu besondere Kanäle (Leitkaliber) vor den Kalibern angebracht sind, in welche der Arbeiter (Schnäpper) das Drahtende einsticht. — Neben dieser gewöhnlichen Anlage sind noch bemerkenswert: Aufstellung der Walzengerüste hintereinander, oft in der Weise, daß vertikale mit horizontalen Walzen abwechseln; Aufstellung übereinander mit selbsttätiger Einführung; Anlage von drei Walzen

in einem Gerüste. Aus dem letzten Kaliber kommend, wird der heiße Draht sofort auf einem Haspel zu einem Ringe aufgewickelt.

Aus dem Walzdraht, der für manche Zwecke (z. B. Telegraphen, Gitter etc.) schon Verwendung findet, werden die feineren Drähte durch Ziehen auf dem Leierwerk hergestellt. Da dieses Ziehen kalt geschieht und der Draht deshalb hart wird, so muß er von Zeit zu Zeit ausgeglüht werden; gewöhnlich, nachdem er 1 bis 6 Löcher passiert hat. Selbst wenn dies Glühen in verschlossenen Töpfen (S. 151) erfolgt, überzieht sich der Draht mit Glühspan bis 0,05 mm Dicke, der wegen seiner Härte die Ziehlöcher ausreiben und die Zugkraft auf fast das Doppelte erhöhen würde, wenn man ihn nicht beseitigte. Dies geschieht entweder auf chemischem Wege durch Beizen oder auf mechanischem Wege. Zum Beizen legt man die Ringe in Wasser, dem man 1% Schwefelsäure zugesetzt hat, und spült sie nachher mit reinem oder besser, zum Abstumpfen der Säure, mit Kalkwasser ab. Zum mechanischen Entfernen benutzt man die Polterbank, die Scheuertrommel und das Biegewalzwerk. — Die Polterbank besteht dem Wesen nach aus Stöcken, die sich auf- und niederbewegen und auf welchen die gehaspelten Drahringe hängen, die bei dieser Bewegung fortwährend gegen einen hölzernen Widerstand geschlagen werden. — Die Scheuertrommel ist ein großes, siebartig durchlöcheretes Faß, das halb in Wasser liegt und sich um seine Achse dreht, so daß die darin liegenden Drahringe vermittelt eingeworfener kleiner Kieselsteine abgeseuert werden. — Besonders wirksam hat sich das Biegewalzwerk bewiesen, welches aus 5 Hartwalzen besteht, die zu 3 und 2 in zwei Rahmen () liegen, die durch Scharniere verbunden sind. Zum Putzen legt man den Draht zwischen die Rahmen, schließt diesen und zieht nun ersteren mittelst eines Haspels durch. Infolge der hierbei auftretenden Wellenbewegung fällt der Zunder als Staub ab. Der noch sitzenbleibende Rest wird auf der Polterbank abgewaschen, darauf der Draht durch Eintauchen in Kalkmilch gekälkt. — Da es genügt, den Draht auf etwa 334° (Bleischmelzhitze) zu erwärmen, so sind Vorschläge entstanden, den Draht durch Einlegen in geschmolzene Substanzen (Blei, Kochsalz, Paraffin etc.) weich zu machen, um somit die Bildung von Zunder ganz zu vermeiden. — Der dünne Kalküberzug erleichtert das Ziehen und ersetzt zum Teil die sonst so übliche Ölschmiere. — Das Ziehen findet auf einer Reihe von Leierwerken statt, die nach ihrer Größenabstufung Grobzug, Mittelzug und Feinzug, nach dem Drahte auch wohl Kratzendrahtzug, Stiftendrahtzug usw., einzeln aber Klotz genannt werden. Die Zuggeschwindigkeit ist durchschnittlich 25 m in der Minute beim Grobzug (600 mm Scheibendurchmesser und 13 Umdrehungen), beim Mittelzug und Feinzug 50 m entsprechend 600 mm und 300 mm Durchmesser und 35 und 50 Umdrehungen; Kraftbedarf 4, 2½ und ¼ PS. — Um das zum Übergange von einem Zug auf den andern notwendige Zuspielen des Drahtes mit der Hand zu umgehen, dient ein kleines Kopfwalzwerk, dessen Walzen auf der Oberfläche korrespondierende Kerben besitzen, die parallel zur Achse laufen und zusammentreffend einen Hohlkegel bilden. — Die Fabrikation des Stahldrahtes (Fil d'acier, *Steel-wire*) stimmt wesentlich mit der des Eisendrahtes überein. — Die Vorbereitung geschieht durch Walzen, das Ziehen auf dem Leierwerke, und namentlich bei den nur in kurzen Stücken vorkommenden Formdrähten, auf der Ziehbank. — Das Glühen muß in geschlossenen Gefäßen (S. 151) erfolgen.

**Kupferdraht** (Fil de cuivre, *Copper-wire*). Die Vorbereitung besteht im Gießen von Stäben (Zaine) und Überschmieden derselben, oder im Zerschneiden von Platten in Streifen (Regalen). Die Bildung des Drahtes ge-

schiebt durch Ziehen, zuerst auf der Schleppezugbank, später auf dem Leierwerke. Die Weichheit des Kupfers macht beim Ziehen das Ausglühen nur selten nötig.

**Draht aus Gelbkupfer** (Tombak und Messing; Fil de laiton, Fil d'archal, *Brass-wire*) wird entweder aus gegossenen Stäben oder geschnittenen Streifen (Regalen) anfangs auf der Schleppezugbank, dann auf dem Leierwerke erzeugt, wobei wegen der kristallinen Struktur dieser Legierung durch die ersten Züge nur eine geringe Streckung erfolgen darf, damit sich die Textur erst verfeinert.

**Gold- und Silberdraht.** Gold- und Silberdraht finden hauptsächlich Verwendung in der Weberei und Bortenwirkerei und zwar als echter, leonischer und unechter. Ersterer besteht aus den reinen oder mit Kupfer legierten Metallen; der leonische aus Kupfer mit Gold oder Silber plattiert; der unechte Golddraht aus Kupfer, dessen Oberfläche durch Zinkdämpfe vermessingt (zementiert) ist. — Außerdem gibt es noch Draht aus galvanisch versilbertem und vergoldetem Kupfer. Die Erzeugung erfolgt durch Ziehen in Zieheisen und bei den feinsten in Steinen, und zwar aus gegossenen, geschmiedeten oder vorgewalzten Stäben<sup>1)</sup>.

**Neusilberdraht** wird wie Kupferdraht erzeugt.

**Blei- und Zinnkraht** kommen selten vor und werden in der S. 190 dargestellten Presse gepreßt.

**Zinkdraht** wird aus spiralförmig von runden Blechscheiben abgeschnittenen Streifen gezogen.

## F. Fabrikation von Eisen- und Stahlstäben.

Unter dieser Arbeit ist hier nur die Formung des Schmiedeeisens und des Stahles zu verstehen, welche eine, für die weitere Verarbeitung dieser beiden Materialien geeignete Gestalt hervorbringt. Wegen der großen Mannigfaltigkeit der aus diesen Materialien herzustellenden Fabrikate und der zahlreichen Verwendungen, welche Stäbe daraus direkt im Bauwesen (Brückenbau, Eisenbahnbau, Hochbau, Maschinenbau) finden, ist die Zahl derselben nicht nur in bezug auf die Dimensionen und Gewichte, sondern auch betreffs der Profile sehr groß geworden, namentlich beim Stabeisen. Die wichtigsten und dem gewöhnlichen Bedürfnisse entsprechenden mögen hier zugleich mit ihren Benennungen zusammengestellt werden<sup>2)</sup>. Diese letzteren rühren entweder von dem Querprofil oder der Verwendung oder, wenn auch selten, von den Dimensionen her. — Nach der Stärke unterscheidet man Fein- oder Kleiseisen, wenn die Querschnittsfläche etwa 7 □ cm mißt und Grobeisen, wenn sie diese Größe überschreitet.

Das gewöhnliche Stabeisen ist entweder im Querschnitte quadratisch (Quadrat Eisen, Vierkant- oder viereckiges Eisen, Fer carré, *Square iron*), oder rechteckig (Flacheisen, Fer méplat, Fer plat, *Flat iron*), oder kreisförmig (Rundeisen, Fer rond, *Round-iron Rod-iron*). Sämtliches Stabeisen, welches im Querschnitte von diesen drei Figuren abweicht, führt den Namen Form- oder Fassoneisen (Fer speciaux, *Special iron*).

<sup>1)</sup> Bayer. Ind.- u. Gew.-Bl. 1883, S. 197. — <sup>2)</sup> Mäurer, E., Die Maß- und Gewichtsverhältnisse der Roh- und Zwischenprodukte bei der Darstellung des Schmiedeeisens. Stuttgart 1861. — Ziebarth, Gewichtstabellen für Walzeisen. Berlin 1874. — Mäurer, E., Die Formen der Walkkunst und das Fassoneisen. Stuttgart 1865. — Deutsches Normalprofilbuch.

Das gewöhnliche Quadrateisen (■) ist 5 bis 130 mm dick. Die dünnen Sorten heißen auch wegen ihrer Verwendung Nagelisen (Fer à clou, *Nail iron*) und Gittereisen. — Die üblichen Dickendifferenzen betragen bis zu 30 mm in der Dicke je 1 mm, von 30 bis 80 mm je 2 mm, und über 80 mm je 4 mm. — Beim Flacheisen (▬) sind folgende Sorten besonders gebräuchlich: Hufstabeisen von 6 mm Dicke und 19 bis 22 mm Breite zur Verfertigung von Hufeisen; — Muttereisen, mit Dimensionen im Verhältnisse  $1 \times 2$  bis  $1 \times 2,5$  zu Schraubenmuttern; — Bandeisen, Reifeisen, Faßreifeisen, Radreifeisen (Fer de ruban, Feuillard, Fer en ruban, Fer feuillard, *Hoop-iron*), von 0,8 bis 7,0 mm dick und 10 bis 12 mal so breit als dick, woher die Sortierung in  $1\frac{1}{4}$ ,  $1\frac{1}{2}$ , 2 usw. faches. Das Rundeisen (●) hat in der Regel einen Durchmesser von 5 bis 130, dann auch bis 200 mm. Die Gattungen von 5 mm abwärts werden zweckmäßig zum Drahte gerechnet. — Andere Sorten sind das Nieteisen zur Anfertigung von Nieten zwischen 10 bis 25 mm Durchmesser, und Ketteneisen bis 50 mm dick. Das Niet- und Ketteneisen muß aus ganz besonders zähem Material hergestellt werden.

Von den Eisenstäben mit polygonalem Querschnitte ist nur das Sechse- und Achtkanteisen in häufiger Verwendung, das erstere zu Schraubenmuttern, das letztere zu großen Bolzen (Bolzeneisen, *Bolt-iron*). An diese reihen sich dann sodann an: das dreieckige Eisen (▲) (namentlich Stahl zu Feilen); — das halbrunde (◐) Fer demi-rond; — das ovale mit elliptischem Querschnitt (◌); — das keilförmige (Fer à biseau, *Wedge shaped iron*) und Roststabeisen mit trapezförmigem Querschnitte (▼); das Winkel-eisen (Fer à conières, Fer conières, Fer d'angle, *Angle iron*) mit einem rechten Winkel von verschiedener Schenkellänge als Querschnitt (L); das (Einfach-) T-Eisen (Fer à T., *T-iron*) aus zwei Winkeleisen zusammengesetzt; das Doppel-T- oder H-Eisen aus zwei T-Eisen gebildet; das Kreuzisen aus vier, mit den Rücken zusammengelegten Winkeleisen kombiniert (—+—); das L-Eisen dem Winkeleisen ähnlich, aber mit dem Unterschiede, daß die Schenkel überall gleich dick aber verschieden lang sind (Leisteneisen); das C- oder U-Eisen aus zwei L-Eisen (L L) zusammengesetzt; das Z-Eisen (Z). Eine Art Kreuzisen ist auch das Fenstersprosseneisen (Fer à vitrage, *Cross-bariron*); Form-Eisen mit stärker entwickeltem Profil sind namentlich die Eisenbahnschienen (Rail, *Rail*), massive und hohle ηförmige; das Eisen zu den Radbandagen der Eisenbahnwagenräder (Bandage-Eisen, Fer de bandage, *Tyre-iron*), das Karnies- oder Gesimseisen, das Hohleisen von rinnenförmigem Profil, das Quadranteisen (┘), das Belageisen (↪) usw.

Zur Darstellung dieser Stäbe werden die durch Zängen oder Gießen gewonnenen rohen Barren von Schweiß- oder Flußeisen (S. 10), welche entweder viereckig prismatische Schmiedestücke oder kleinere, durch Zerhauen dieser entstandene Stücke (Kolben, Schirpel, Lopin, Massoque, Maquette, *Bloom*) sind, zunächst packetiert; dann im Schweiß- oder Glühofen, selten in offenem Herde, bis zur Weißglühhitze erwärmt und darauf gewöhnlich entweder erst unter Hämmern weiter ausgeschmiedet, oder im Walzwerke von sehr grobem Kaliber bearbeitet. Dieses grobe Walzwerk bildet das Präparier-, Puddel- oder Vorwalzwerk (Cylindres à cingler, C. cingleurs, C. préparateurs, *Bloomng rolls*, *Roughing rolls*). Dasselbe hat des Durchknetens wegen gewöhnlich Spitzbogen- oder Halbrund-Kaliber. — Die auf solche Weise vorbereiteten Stäbe erhalten sodann die weitere Ausbildung unter den Hämmern (Eisenhämmern) oder vermittelst Walzen.

Die erste Methode (das Schmieden der Stäbe) findet nur noch ausnahmsweise statt, weil die Arbeit im Verhältnisse zu der des Walzens zu zeitraubend

ist, wenn der Stab sehr regelmäßig ausfallen soll, selbst unter Benutzung von Gesenken etc. — Da für manche Fälle die sorgfältige Ausbildung der Stäbe für die Verwendung derselben überflüssig ist, z. B. für Nageleisen, so pflegt man zur Ersparung von Arbeit das Glattschmieden häufig ganz zu unterlassen. Das sodann noch mit den Eindrücken des Hammers versehene Eisen bildet das Kraus- oder Knoppereisen (Carillon).

Das vorzüglichste Mittel zur Formgebung ist das Walzwerk, weshalb die bei weitem größte Menge des Stabeisens durch Auswalzen in einem letzten Walzwerke (Fertigwalzwerk, Stabwalzwerk, Reckwalzwerk, Cylindres étireurs, Cyl. finisseurs, *Finishing rolls*, *Merchant rolls*) als Walzeisen fabriziert wird. — Man unterscheidet hier Grob- und Feinswalzwerk, wie man Grob- und Feineisen unterscheidet.

### G. Blechfabrikation.

Unter Blech (Plaque, Feuille, *Sheet*, *Sheet-metal*) versteht man jene plattenförmigen Produkte aus Metall, welche eine verhältnismäßig geringe Dicke aber eine große Länge und Breite besitzen. — Während dabei sehr dicke Bleche Platten (Plaque, *Plate*) genannt werden, heißen die sehr dünnen Blätter (Folie). — Es ist schon oben ausführlich dargelegt, welche Schwierigkeit es hat, die Schläge eines Hammers so regelmäßig und gleichförmig zu verteilen, als erforderlich ist, um eine glatte ebene Oberfläche zu erhalten, und dagegen die Leichtigkeit betont, dieses erwünschte Resultat mit den Walzen zu erzielen. Wenn deshalb das Walzwerk zur Erzeugung von Blech den Vorzug hat, so ist die Anwendung des Hammers doch damit keineswegs ausgeschlossen, so daß sowohl geschlagenes, gehämmertes Blech (Plaque martelée, Pl. faite au marteau, *Hammered plate*), als gewalztes (Walzblech, Plaque laminée, *Rolled plate*) vorkommt.

Die zum Blechwalzen dienenden Walzwerke sind bereits (S. 197) ausführlich beschrieben worden. Das zwischen die Walzen geschobene Metall streckt sich wesentlich in der Bewegungsrichtung, wenig in der Breite. Um daher auch die erforderliche Breite zu erlangen, wird das Metallstück, nachdem es eine Länge erhalten hat, welche der herzustellenden Breite ungefähr gleich ist, gewendet, so daß die Breite zur Länge wird (Kreuzwalzen) und nun bis zur verlangten Dicke und Länge ausgewalzt. — Hierbei mag erwähnt werden, daß man zur Erzeugung der Breitung ein Walzwerk<sup>1)</sup> angeordnet hat, dessen Walzen auf der Oberfläche dreieckige Kaliber besitzen, die schraubenförmig und zwar so verlaufen, daß auf der einen Hälfte des Zylinders linke, auf der anderen rechte Schraubengänge liegen. — Bei einer gewissen (geringen) Dicke des Bleches ist es sehr schwer, den Walzen eine solche genaue Stellung und Beschaffenheit zu geben, daß tadelloses Blech entsteht. In solchem Fall werden dann mehrere Bleche aufeinander gelegt oder ein Blech im Verlaufe der Arbeit mehrfach in der Mitte zusammengebogen (Doppeln), um eine größere Zahl von Lagen zu bilden, wodurch gleichzeitig in hohem Grade die Arbeit des Auswalzens beschleunigt wird.

**Eisen- und Stahlbleche.** Die aus schmiedbarem Eisen erzeugten Bleche werden eingeteilt in schwere Bleche und Sturzbleche, je nach ihrer Dicke und zwar derart, daß alle Bleche über 5 mm Dicke zu den schweren gehören. Je nach Dicken, Breiten und Längen sind noch die Benennungen üblich:

1) Polyt. Zentr. 1872, S. 14. — Dinglers Journ. 202, 496.

Schwarzblech (Sturzblech, Tôle, *Sheet-iron*, *Iron-sheet*) bis 5 mm Dicke.  
Schloßblech von 0,8 bis 3 mm Dicke und  $470 \times 340$  bis  $950 \times 680$  Fläche.

Dachblech bis 3 mm Dicke und  $950 \times 680$  Fläche.

Rohrblech unter 1 mm Dicke und  $790 \times 340$  bis  $790 \times 420$  Fläche.

Kesselblech (Salzpfannenblech, Tôle à chaudière, *Boiler plate*; Gurtungsblech (Semelle), Brückenblech von 5 bis 30 mm Dicke. Die Flächen-dimensionen sind sehr verschieden, gewöhnlich  $1800 \times 900$  mm, oft bis hinauf auf 1500 mm Breite mit 15000 mm Länge, bis zu einem Gesamtgewicht von 5000 kg. — Für die Verwendung zu Dampfkesseln unterscheidet man Feuerblech zu den dem Feuer direkt ausgesetzten Teilen, Bördelblech zu den umzubördelnden Stirnplatten und Mantelblech zu den Mänteln, und beansprucht von diesen drei Sorten bestimmte Eigenschaften.

Panzerplatten (Plaque de blindage,  *Armour plate*) bis 500 mm und mehr dick, bis 2,5 m breit, bis 5 m lang und 150000 kg Gewicht.

Dem Material nach unterscheidet man Schweißeisenblech und Flußeisenblech, sowie Stahlblech (Tôle d'acier, *Steel plate*, *Sheet-steel*) im engeren Sinne aus härtbarem Eisen.

Als Material zum Schweißeisenblech ist ein reines, zähes, weiches Eisen erforderlich, weshalb bei der Blechfabrikation die zu verwendenden Luppen (S. 12) durch öftere Packetierung und Schweißung möglichst gleichmäßig und schlackenfrei gemacht werden müssen. In diesem Zustande zu einem viereckigen Block ausgeschmiedet und zum Walzen vorbereitet heißt es Bramme oder Sturz. — Zu Flußeisenblech, welches auch allgemein Stahlblech oder Homogenblech genannt wird, verwendet man besonders Martineisen, welches in viereckige Blöcke gegossen, die ebenfalls den Namen Bramme führen, weiter verarbeitet wird. — Für Feiseisenbleche erhält das Rohmaterial auf dem Wege des Walzens zuerst die Form von Stäben, welche Plattinen heißen. — Die eigentlichen Stahlbleche, die hauptsächlich zur Anfertigung von Stahlschreibfedern, Uhrfedern, Stahldruckplatten, Schmuckwaren u. dergl. Verwendung finden, erzeugt man in der Regel aus Gußstahl oder Zementstahl. Außerdem stehen hier auch die verschiedenen Stahllegierungen (S. 13) in Gebrauch, z. B. Nickelstahl wegen seiner besonderen Zähigkeit zur Herstellung von Panzerplatten. — Vielfach vereinigt man durch Zusammenschweißen Eisen- mit Stahlblech zu sogenanntem Verbundblech (Verbundplatten), die an der Stahlseite gehärtet, die „stahlbarte“, an der anderen Seite eine sehr zähe Schicht bildet, daher äußerst widerstandsfähig gegen Zertrümmern ist und z. B. das Baumaterial für diebessichere Schränke bildet. Das Material erhält dadurch seine Vorbereitung, daß man einen zur Weißglut erhitzten Eisenblock durch Aufgießen von Stahl mit einer entsprechend dicken Stahlschicht vereinigt.

Der überwiegend größte Teil der Eisenbleche wird durch Walzen erzeugt, indem die Stürze oder Brammen in glühendem Zustande nach und nach zuerst im Sturz- (Brammen-) Walzwerke und dann im Schlichtwalzwerke zu den betreffenden Dimensionen ausgewalzt werden. — Die entstehende Härte wird je nach der Dicke der Bleche durch Ausglühen im Blechglühofen oder in geschlossenen Gefäßen (S. 151) von Zeit zu Zeit entfernt, und der hierbei gebildete Glühspan durch Eintauchen des Arbeitsstückes in Wasser oder auch durch Aufspritzen von Wasser auf die Walzen abgesprengt. — Sehr dicke Eisenbleche, z. B. Panzerplatten, stellt man mitunter durch Zusammenschweißen einzelner Platten her und nennt sie Kompondplatten oder Verbundplatten,

wenn die Schichten abwechselnd aus Stahl und Schmiedeeisen bestehen<sup>1)</sup>. Man erzeugt erst z. B. zwei Bleche von je 35 mm Dicke, 500 mm Breite und 1100 mm Länge. Zwischen diese zwei Platten legt man Stäbe von 25 mm Dicke, 150 bis 180 mm Breite und 1100 mm Länge in solcher Zahl, daß ihr Gewicht etwa 2000 kg ausmacht. Vier solcher Pakete walzt man in zwei Hitzen zu 50 bis 60 mm dicken Platten aus, legt diese aufeinander zu einem einzigen Paket und erzeugt daraus Platten von 75 bis 80 mm Dicke, 1300 mm Breite und 3500 mm Länge. Je nach der verlangten Stärke werden von diesen letzten Platten 5 bis 7 aufeinandergelegt, auf doppelte Länge gewalzt und in zwei gleiche Teile zerschnitten, welche zusammengeschweißt endlich die fertige Platte geben, die dadurch geebnet wird, daß man sie glühend auf eine gußeiserne Platte legt und an diese durch eine schwere darüber rollende Walze andrückt. — Dünne Bleche werden in der Weise gewalzt, daß man aus dem ersten Walzprodukte durch Zusammenbiegen (Doppeln) 2 Lagen und so fort bis zu 16 Lagen übereinander schichtet, und, um das Zusammenschweißen zu verhindern, Lehmwasser oder Kohlenstaub zwischen die einzelnen Lagen bringt.

Geschlagene Bleche kleiner Dimensionen fertigt man wohl nur noch am Ural<sup>2)</sup> an und zwar gewöhnlich in der Weise, daß man zunächst aus körnigem Frischeisen Stäbe von 6 mm Dicke, 125 mm Breite und 730 mm Länge herstellt, diese Stäbe in Glühöfen erhitzt und in einem Walzwerke auf 730 mm Breite und 730 mm Länge auswalzt. Drei solche Platten werden sodann, nachdem ihre Oberflächen mit Wasser abgebürstet und mit Holzkohlenpulver bestreut sind, aufeinander gelegt und auf die doppelte Länge 1460 mm ausgewalzt. Von diesen Blechen legt man (nachdem sie auf die bestimmten Dimensionen beschnitten, ebenfalls abgebürstet, mit Kohle bestreut und getrocknet sind) 70 bis 100 aufeinander, umwickelt sie mit Blechtafeln und erhitzt sie langsam während 5 bis 6 Stunden. Diese Pakete werden dann unter einem Wasserhammer mit ebener Bahn von  $459 \times 215$  mm Bahnfläche weiter ausgebildet, und zwar immer zwei Pakete, also 140 bis 200 Bleche übereinander liegend. Vollendet wird sodann die Arbeit unter einem zweiten (Schlicht-) Hammer mit einer ebenen quadratischen Bahn von  $380 \times 380$  mm Fläche.

**Kupferblech** (Plaque de cuivre, Feuilles de cuivre, Cuivre en plaques, *Copper sheet, Copper plate, Sheet-copper*). — Das Kupferblech wird ebenfalls in verschiedenen Dimensionen je nach dem Gebrauchszwecke fabriziert. Die dickeren Bleche oder Platten von 5 bis 15 mm Dicke dienen zur weiteren Ausarbeitung durch Treiben (Kesselböden) etc. oder auch zur Anfertigung der Lokomotivfeuerbüchsen u. dergl. — Die gewöhnlichen Bleche haben etwa 0,3 bis 3 mm Dicke, 760 bis 900 mm Breite und 1500 bis 1800 mm Länge. Hierzu gehören die Dachbleche, Schiffbeschlagbleche, Rinnenbleche, deren Verwendung die Namen angeben. — Speziell ist das Dachblech gewöhnlich 0,07 bis 2 mm dick; das Schiffblech wird in der Regel 350 mm breit, 1220 mm lang und 0,6 bis 1,5 mm dick hergestellt. — Die dünnen Sorten: Flickkupfer, Zündhütchenblech von etwa 0,6 mm abwärts werden aufgerollt (Rollkupfer) in den Handel gebracht.

Zur Fabrikation des Kupferbleches wird das Kupfer geschmolzen und in eisernen, mit Ton gefütterten Formen zu Platten oder Barren (Hartstücken) ausgegossen, welche in glühendem Zustande durch Schmieden unter dem Hammer gedichtet und in Platten von etwa 15 mm Dicke verwandelt werden (Vor-

1) Kerpely, Fortschr. 1868, S. 210 und 212. — Dinglers Journ. 187, S. 3. — Zeitschr. für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Bd. 16, S. 27. — Glasers Annalen 1880, S. 13. —  
2) J. Percy, The manufacture of Russian sheet-iron. London 1871.

schlagen), die sodann entweder durch Schlagen oder durch Walzen die weitere Ausbildung erhalten. Bei der Verarbeitung unter dem Hammer werden die Hartstücke in der Regel erst in Stücke (Schroten) zerteilt und diese glühend, zuerst mit einem Reckhammer und später mit dem Schlichthammer (Planierhammer) mit ebener Bahn gestreckt und geglättet. Bei einer gewissen Dicke legt man mehrere Schroten aufeinander und bearbeitet sie von hier an gemeinschaftlich. Auch in der Kupferblecherzeugung hat das Auswalzen das Schlagen fast vollständig verdrängt. Es ist darüber nur zu bemerken, daß es entweder heiß oder kalt vorgenommen wird. Wenn das Walzen zwar in heißem Zustande leichter vonstatten geht, so veranlaßt es doch einen zu bedeutenden Verlust (etwa 7%) an Material. Beim Kaltwalzen dahingegen beträgt der Verlust nur etwa  $\frac{1}{4}\%$ , da die Härtezunahme so unbedeutend ist, daß sie nur von Zeit zu Zeit ein Ausglühen erforderlich macht. — Da außerdem das kaltgewalzte Kupfer eine dichtere Oberfläche besitzt und daher den Einwirkungen der Luft und des Seewassers besser widersteht, so verdient das Kaltwalzen im allgemeinen den Vorzug.

**Zinkblech** (Zinc laminé, Feuilles de zinc, *Sheet-zinc*). — Aus Zink wird eine Menge Blech hergestellt, weil dasselbe vielfache Anwendung findet (z. B. zu Dachdeckungen, zu Badewannen und anderen Wassergefäßen, oft, nach Mustern durchlöchert, zu Jalousien, welche als Vorsätze vor Fenstern, Ventilationslöchern etc. in Gebrauch sind, zu Schiffsbeschlügen, zu mancherlei Klempnerarbeiten usw.). Daher sind die Abmessungen namentlich die Dickenabstufungen sehr verschieden. Die gewöhnlichen Dimensionen sind: 0,3 bis 5 mm dick, 0,5 bis 1 m breit und 1,2 bis 2 m lang. — Die eigentümlich blätterige Struktur des Zinks und die Eigenschaft, bei 100 bis 150° Erwärmung am dehnbarsten zu sein, verlangt, daß dasselbe bei dieser Temperatur mit langsamer Druckabnahme zwischen Walzen, und nicht mit Hämmern, in Blech verwandelt wird. — Die Erwärmung der durch Guß vorbereiteten Platten, von etwa 12 mm Dicke und verschiedenen Flächendimensionen, muß in einem Glühofen von der Einrichtung geschehen, daß das Zink nicht Gelegenheit hat, sich zu oxydieren; selten geschieht sie in kochendem Wasser, weil diese Wärme nicht ausreicht. — Die passende Wärme erkennt man an dem Zischen eines auffallenden Wassertropfens. — Beim Walzen der dünnen (Klempner-) Bleche legt man mehrere Lagen übereinander und walzt zuletzt bei hoher Wärme (150°), weil dann die Bleche, wenn sie sehr langsam abkühlen, am zähesten und biegsamsten, also z. B. zum Drücken, Pressen etc. am geeignetsten werden.

**Zinnblech.** — Dieses Blech kommt höchst selten in erheblichen Dicken, aber sehr oft in sehr dünnen Blättern zur Verwendung. Dickere Sorten erzeugt man aus in Platteneingüssen gegossenen Platten ohne Schwierigkeit durch Walzen. Beim Weiterauswalzen dieser Platten zu dünnem Bleche werden immer mehrere (12 bis 20) aufeinander gelegt. — Das dünnste Zinnblech, welches unter dem Namen Zinnfolie (*Étain en feuilles, Tin-foil*) bekannt ist und seine Hauptverwendung zur Anfertigung von Flaschenkapseln, zum Einwickeln von Nahrungs- und Genußmitteln, Seife u. dgl., sowie zum Spiegelbelegen (Spiegelfolie) findet, wird in der Weise angefertigt, daß man das Zinn entweder dünn ausgießt, oder dünn auswalzt und mit Hämmern (entweder Holzhämmern oder Fallhämmern) in einer großen Anzahl Lagen, die durch fortgesetztes Doppeln entsteht und bis 300 beträgt, weiterstreckt und zwar zu einer Dicke von 0,01 mm. — Durch weiter fortgesetztes Schlagen, in der Weise wie unten bei der Fabrikation des echten Blattsilbers angegeben wird, entsteht das etwa  $\frac{1}{1500}$  mm dicke unechte Blattsilber.

**Bleiblech.** — Zu manchen chemischen Apparaten (Bleikammern für Schwefelsäurefabrikation, Kohlensäure-Entwickelungsgefäße etc.), als auch für Bauzwecke (Dachdeckungen, Isolierschichten) wird Bleiblech in dickeren Dimensionen und zu ähnlichen Zwecken wie Zinn (zum Einpacken mancher Gegenstände) in sehr dünnen Dimensionen als Bleifolie verwendet und in derselben Weise wie Zinnblech hergestellt. — Zum leichteren Transport kommt das Bleiblech aufgerollt in den Handel (Rollblei).

**Gold-, Silber- und Platinblech.** — Die drei edelen Metalle Gold, Silber und Platin sind, was ihre Dehnbarkeit und ihre Verwendung als Blech betrifft, so nahe verwandt, daß auch die Verwandlung derselben in Blech nach derselben Methode und mit denselben Mitteln vorgenommen wird. Dicke Bleche aus Gold und Silber dienen fast nur zur Fabrikation von Münzen und Medaillen und werden demnach für diesen Zweck in den Münzwerken aus gegossenen flachen Stäben (Zainen) durch Strecken (Laminage, *Rolling*) auf gewöhnlichen Walzwerken und Vollenden auf dem Polierwerke (Laminoir finisseur, *L. polisseur, Finishing rolls*) hergestellt und oft noch, um eine sehr genaue übereinstimmende Dicke zu erhalten, durch einen Seckenzug (Adjustierwerk, Zainzug, *Banc à tirer*) gezogen.

Für die Zwecke des Gold- und Silberarbeiters fabriziert man die Bleche nur in sehr geringen Dicken (unter 1 mm) und zwar ausschließlich durch Walzen. Die hierzu bestimmten gegossenen Platten oder Stangen erhalten in der Regel aber durch kaltes Ausschmieden (Schlagen) teils mit der Bahn, teils mit der Finne eines Handhammers und unter abwechselndem Ausglühen eine Vorbereitung, welche die Geschmeidigkeit des Metalles wesentlich erhöht und dasselbe gegen das Zerreißen schützt. Zur Erhöhung der Zähigkeit dient auch das Ablöschen in kaltem Wasser, daher dasselbe mit dem glühenden Metalle auch während des, auf das Schlagen folgenden Walzens vorgenommen wird. — Da das Walzen fast immer im Zusammenhange mit der Verarbeitung selbst stattfindet, so sind die gewöhnlichen Gold- und Silberwalzwerke in der Regel für Handbetrieb eingerichtet (Handstreckwerk) und mit etwa 30 bis 200 mm langen, aber hochpolierten Walzen versehen, die durch Kurbel oder durch ein Drehkreuz bewegt werden. — Die Edelmetalle, namentlich Gold und Silber, finden ihrer Schönheit wegen sehr viel Anwendung zur Vergoldung und Versilberung in der Weise, daß man die zu vergoldenden oder versilbernden Gegenstände mit Gold- und Silberblech überzieht (Goldleisten, Bilder- und Spiegelrahmen, Bücherschnitte etc.), das, wegen des hohen Preises dieser Metalle, sehr dünn genommen wird. Diese dünnen Blättchen, welche bei Gold nur  $\frac{1}{8000}$  mm, bei Silber  $\frac{1}{4500}$  mm dick sind, werden stets durch Schlagen mit Hämmern hergestellt (geschlagenes Gold, Blattgold, *Or battu, Feuilles d'or, Beaten gold, Leaf-gold*; geschlagenes Silber, Blattsilber, *Argent battu, Feuilles d'argent, Beaten silver, Leaf-silver*). Das Verfahren hierbei besteht in Kürze darin, daß man Gold oder Silber (und zwar gewöhnlich rein, nur Gold mitunter mit Silber oder Kupfer legiert) zunächst auf die oben beschriebene Weise durch Ausschmieden und Walzen in dünnes Blech verwandelt und dieses in quadratische Blätter (Quartiere, *Quartiers, Squarres*) von 25 mm Seite zerschneidet. Diese Quartiere schichtet man darauf zur Vermeidung des Zusammenhaftens zwischen Pergamentblätter (Form) und schlägt sie, auf einer Unterlage von Marmor oder Granit, mit einem Hammer von 2,5 bis 8 kg Gewicht und mit runder, konvexer Bahn, so lange, bis sie Quadrate von 100 bis 125 mm Seite bilden. Diese Quadrate werden sodann wieder in 4 Quadrate zerschnitten und in eine neue Form gebracht, und dieses Manöver so oft wiederholt, bis die gehörige Verdünnung erfolgt ist, nur mit

dem Unterschiede, daß man bei den bereits sehr dünn gewordenen Blättern nicht mehr Pergamentformen, sondern solche aus Goldschlägerhaut anwendet. — Die Goldschlägerhaut (Baudruche, *Gold-beaters skin*) ist die Epidermis vom Blinddarm des Ochsen, die dadurch besonders für den in Rede stehenden Zweck präpariert wird<sup>1)</sup>, daß man sie, gehörig gereinigt und aufgespannt, mit Alaunwasser wäscht, nach abermaligem Trocken mit Wein bestreicht, in dem Hausenblase und etwas Gewürz zergangen ist, und endlich mit Eiweiß überzieht.

In neuerer Zeit sucht man die höchst anstrengende Handarbeit auch durch Maschinenarbeit, durch sog. Schlagmaschinen<sup>2)</sup> zu ersetzen, die entweder auf dem Prinzip des Schwanzhammers oder des Parallelhammers beruhen. — Die S. 171 beschriebenen Federhämmer sind wegen ihres elastischen Schlags als Schlagmaschinen vorzüglich zu verwenden.

**Messing-** (Tombak-) **Blech** (*Laiton, Planches de laiton, Plaques de laiton, Sheet brass, Plate-brass, Latten brass, Brass-plate*). — Das Blech aus Messing und Tombak kommt in außerordentlich verschiedenen Dicken wegen der ebenso großen verschiedenartigen Verwendung vor; die Dicke geht von 17 mm abwärts bis zu  $\frac{1}{90}$  mm. — Die dicksten Sorten, welche in Tafeln (Tafelmessing, Tafeltombak) verschickt werden, haben etwa 300 bis 650 mm Breite und gewöhnlich 1 bis 12 mm Dicke. — Die darauf folgenden Sorten bekommen bei 0,3 bis 2 mm Dicke etwa 180 bis 360 mm Breite und 1 bis 6 m Länge. Des bequemen Transportierens wegen werden diese Bleche umgebogen und flach zusammengelegt (*Bugmessing*). Die dünnen Messingbleche von 0,4 bis 0,1 mm abwärts rollt man dahingegen auf (*Rollmessing, Rolltombak*). — Das dünnste Messingblech endlich, welches etwa  $\frac{1}{65}$  bis  $\frac{1}{70}$  mm Dicke besitzt und, wenn es bewegt wird, infolge seiner großen Härte rauscht und knittert führt deshalb den Namen Rausch- oder Knittergold (*Clinquant, Oripeau, Dutch gold, Dutch metal*).

Zur Verwandlung der gegossenen Messingplatten in Blech wird, wie beim Kupfer, das Hammer- oder Walzwerk angewendet. Die eigentümlich grobkörnige, strahlige Beschaffenheit des Gußmessings fordert anfangs eine vorsichtigte, mehr drückende als schlagende Einwirkung, bis das grobkörnige Gefüge ein feinkörniges geworden ist. Darum sind dann auch zur Anfertigung von Blech aus Messing Walzen vorzuziehen. — Mit Ausnahme der schmiedbaren Legierung (S. 27) muß Messing, wegen der Sprödigkeit in der Wärme, kalt gewalzt oder gehämmert und nur von Zeit zu Zeit ausgeglüht werden. Bei diesem Ausglühen überzieht es sich mit einer schwarzen Oxyd-Schicht, welche entweder sitzen bleibt (schwarzes Messing) oder durch Beizen in verdünnter Schwefelsäure entfernt wird (lichtes Messing). Außerdem macht man es noch durch Schaben oder Schmirgeln blank (blankes Messing). — Die dünneren Gattungen Messingblech werden sehr oft, die dünnsten stets, mit Hämmern (*Schnellhämmern*) und zwar mehrere, bis 20 Blätter, aufeinander liegend, geschlagen, wodurch gleichzeitig die, das Knittern erzeugende Härte mit hervorgebracht wird. — Aus Tombak mit 9 bis 17% Zink entsteht das unechte Blattgold (Goldschaum, *Or demi-fin, Dutch-Gold, Leaf-brass*) von durchschnittlich  $\frac{1}{1500}$  mm Dicke in derselben Weise wie das echte Blattgold (S. 224).

**Bronzeblech.** — Unter den Bronzen gibt es nur eine Gattung, welche sich in Blech verwandeln läßt und als Blech Anwendung findet: die Bronze zu Schiffbeschlägen, durchschnittlich aus 95 T. Kupfer und 5 T. Zinn zusammen-

1) *Polyt. Zentr.* 1867, S. 297; 1899, S. 68. — 2) *Polyt. Zentr.* 1857, S. 1337; 1860, S. 1087. — *Dinglers Journ.* 137, 117.

gesetzt (S. 28). Diese Legierung sowie die Phosphorbronze wird wie Messing durch Walzen verarbeitet, nur mit dem Unterschiede, daß die gewöhnliche zur Braun-Rot-Glühhitze vorgewärmt wird. —

**Argentanblech.** — (Neusilberblech, Pakfongblech.) Das in Platten gegossene Neusilber hat im allgemeinen dieselben Eigenschaften wie das Messing und kann daher auch in gleicher Weise, d. h. mit derselben Vorsicht und Behutsamkeit und denselben Mitteln in Blech verwandelt werden. — Man gießt gewöhnlich zum Zwecke des Auswalzens die Platten, etwa 10 mm dick, 150 mm breit und 250 mm lang, zwischen eisernen Platten aus, schlägt sie behutsam, um das grobe Gefüge zu verfeinern, unter dem Hammer vor, und walzt sie kalt, unter langsamer Druckabnahme und erforderlichem Ausglühen, aus. — Sehr dünnes Argentan, das Rausch- (Knitter-) Silber, wird aus gewalztem Bleche durch Schlagen wie Rauschgold hergestellt. — Wie das Tombak zu unechtem Blattgold, so wird das Neusilberblech zu unechtem Blattsilber (Silberschaum) verarbeitet. — In gleicher Weise wird das Aluminiumblech, sowie Blatt-Aluminium gewonnen.

**Britanniametallblech.** — Aus Britanniametall wird ebenfalls dünnes, etwa 1 mm dickes Blech hergestellt und namentlich von Klempnern auf der Drückdrehbank zu mancherlei Gegenständen für den Hausgebrauch (Salzfässer, Leuchterfüßen etc.), zur Anfertigung der Drehtrommeln in Gasuhren usw. verarbeitet. Die Fabrikation dieses Bleches stimmt mit derjenigen des Zinnbleches überein.

**Plattierte Bleche.** — Mehrere Metalle haben die Eigenschaft, bei reiner Oberfläche aufeinandergelegt, unter starkem Drucke sich so miteinander durch Adhäsion zu vereinigen, daß sie als ein Ganzes ohne Gefahr der Trennung weiter verarbeitet werden können. — Man benutzt in der Technik diese Eigenschaft, um Bleche verschiedener Metalle mit einander zu verbinden, einesteils um eine dünne Lage edeles Metall auf unedelem zu befestigen andernteils, um einem Metalle eine schützende Decke zu geben. Dies Verfahren wird Plattieren (Plaquer, Doubler, *Plate*), das Produkt plattiertes Blech genannt. Gewöhnlich wird die Plattierung auf Kupfer mit Gold und Silber (Goldplattierung, *Plaqué d'or*, *Goldplated*; Silberplattierung, *Plaqué d'argent*, *Silverplated*), auf Neusilber mit Silber, auf Blei mit Zinn, und zwar auf einer Seite oder auf beiden Seiten (einfach oder doppelte Plattierung), vorgenommen. — Zur Plattierung von Kupfer mit Gold oder Silber wird eine Kupferplatte von etwa 12 mm Dicke, 150 mm Breite und 250 mm Länge, zunächst sorgfältig durch Abschaben gereinigt und dann durch Auftragen einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd (für Silber) oder Goldchlorid (für Gold) mit einer feinen Silber- oder Goldhaut, zur Erleichterung des Anhaftens versehen. Auf diese so vorbereitete Platte legt man nun eine, ebenfalls aufs höchste reingeschabte Silber- oder Goldplatte, die etwa über die Ränder der Kupferplatte herüberraagt. Die überragenden Ränder werden sodann umgeschlagen, und beide Platten durch einen umgebundenen Eisendraht mit einander festgehalten. In diesem Zustande erwärmt man das Plattenpaar auf einem Holzkohlenfeuer bis zur Rotglühhitze, befreit es durch ein über die Oberfläche mit starkem Drucke hin- und hergehendes krückenartiges Werkzeug nicht nur von der dazwischen befindlichen Luft, sondern verlötet es auch gewissermaßen. Nachdem man sich von der Abwesenheit der Luftblasen durch Klopfen mit einem Hammer überzeugt hat, wird die Platte schnell unter ein Walzwerk gebracht und kräftig zusammengedrückt, also auch schon in gewissem Grade gestreckt. Durch Weiterwalzen erzeugt man allmählich dünneres Blech, welches in dem ursprünglichen Verhältnisse der Plattendicke plattiert ist. — Platin-

Plattierung auf Kupfer (zur Anfertigung chemischer Apparate) wird auf dieselbe Weise hergestellt. — Ebenso Silber-Neusilber-Plattierung. — Zinn und Blei, welche Metalle nicht erhitzt werden dürfen, vereinigen sich genügend durch kaltes Zusammenwalzen. Auch gießt man wohl, zur Erzeugung des zinnplattierten Bleies, Zinn auf eine gehörig rein gemachte Bleiplatte, um beide Metalle an der Verbindungsfläche zu verschmelzen. — Eine Plattierung von Nickel- mit Eisen- oder Stahlblech<sup>1)</sup> kann nur durch Verschweißen beider Metalle, bei vollkommener Reinheit der Oberflächen und Luftabschluß, in Weißglühhitze erfolgen. Daher sind beide Metalle erst durch Schaben und Schleifen zu reinigen, mit Boraxwasser zu bestreichen, schweißwarm zu machen und sehr schnell unter Hämmern oder Walzen zusammenzupressen. Da trotzdem die Verbindung großer Flächen oft mißlingt, so werden gewöhnlich erst dickere Platten auf die angegebene Art gereinigt und diese weiter ausgewalzt. — Die Plattierung des Aluminiums mit Nickel gelingt, wenn man das Aluminium erst mit Kupfer plattiert und dann wie Kupfer behandelt.

## H. Fabrikation von Metallröhren<sup>2)</sup>.

Röhren werden hohle, zylindrische oder prismatische (viereckige, dreieckige, sechseckige) Metall-Stäbe genannt, welche als Leitungsorgane für Flüssigkeiten (Wasser, Dampf, Gas etc.) unentbehrlich und wegen ihrer Leichtigkeit zu manchen anderen Zwecken (Möbeln, Bauteilen etc.) statt der massiven Stangen höchst nützlich sind. Hergestellt können die Röhren werden erstens durch Gießen (diese Darstellung fällt hier als zur Gießerei gehörig aus), zweitens dadurch, daß man flache Metall-Schienen oder Blechstreifen zu Hohlzylindern aufbiegt und an den Rändern verbindet, drittens dadurch, daß man dickwandige Hohlkörper allmählich zu Röhren ausbildet und viertens dadurch, daß man eine Platte durch immer enger werdende Öffnungen hindurchpreßt.

Bei der zweiten Herstellungsmethode zerfällt die Operation also wesentlich in zwei Teile, in das Aufbiegen der Schienen (sog. Platinen), deren Breite gleich dem Umfange des Rohres ist, so daß der verlangte Querschnitt entsteht, und in die feste Verbindung der Ränder, was zwar außer durch Schweißen oder Löten auch durch Nieten, Schrauben, Falzen geschehen kann, aber bei den in Rede stehenden Röhren sich auf Zusammenschweißen und Löten beschränkt, deshalb diese geschweißten oder gelöteten Röhren sog. Schweißnähte besitzen, welche erfahrungsmäßig eine Unsicherheit im Gebrauche solcher Röhren bei großem Innendruck verursachen, da sie bei größerem Durchmesser einem Reißen oder Aufplatzen ausgesetzt sind. — Zur Beseitigung dieser Unsicherheit hat man die Blechstreifen schraubenartig gewunden und zusammengeschweißt oder gelötet, sog. Spiralaröhren hergestellt, die bedeutend widerstandsfähiger sind, weil die Nähte nicht mit der Achse parallel, sondern in Schraubenlinien verlaufen.

Bei der dritten Herstellungsmethode werden dickwandige Hohlkörper durch Aufweiten und Strecken in Röhren verwandelt, demnach Röhren ohne Schweißnaht hergestellt, die als nahtlose Röhren die größte Gleichmäßigkeit im Gefüge und der Festigkeit besitzen und aus dem Grunde stets zum Gebrauche vorgezogen werden. — Auch die vierte Herstellungsmethode erzielt nahtlose Röhren.

Da nun sowohl die geschweißten als die nahtlosen Röhren durch Ziehen, Walzen, Pressen oder Hämmern ihre Ausbildung oder Vollendung erhalten, so

<sup>1)</sup> Dingers Journ. 234, 490; 240, 404; 251, 70. — Glasers Ann. 1898, S. 64, 156.

— <sup>2)</sup> Diegel, Röhrenfabrikation. Berlin 1901.

unterscheidet man gezogene Röhren (Tuyaux étirés, T. tirés, *Drawn tubes*), gewalzte Röhren (Tuyaux cylindrés, *Rolled tubes*), gepreßte, gedrückte Röhren (Tuyaux repoussés, T. par compression, *Compression tubes*), gehämmerte Röhren (Tuyaux martelés, *Hammered tubes*) und geprägte Röhren (Tuyaux emboutis, *Chased tubes*).

Die zur Röhrenerzeugung bestimmten dickwandigen Hohlkörper werden entweder durch Gießen (Flußeisen, Kupfer, Messing, Blei, Zinn) oder massiven Blöcken (schmiedbares Eisen, Kupfer) durch Durchtreiben eines Dornes gewonnen.

Zum Ziehen von Röhren werden dieselben Vorrichtungen angewendet, welche zum Ziehen von Draht dienen (Zieheisen und Ziehbank, Röhrenziehbank), mit Ausnahme natürlich des Leierwerkes bei Röhren aus steifem Metall, weil diese sich nicht aufwickeln lassen. Dünnwandige Röhren verlangen, um gegen das Eindrücken und Einknicken gesichert zu sein, wenigstens an der Stelle in dem Ziehloche, wo die Streckung oder Egalisierung stattfindet, eine feste Ausfüllung von der Größe und Gestalt, daß im Ziehloche nur eine ringförmige Öffnung für die Röhrenwand frei bleibt. Diese Ausfüllung (Dorn, Mandrin, *Treblet, Triblet, Mandrel*) erstreckt sich bei kurzen Röhren oft durch die ganze Länge und geht beim Ziehen mit durch das Ziehloch (Langer Dorn); oder er ist nur kurz (Kurzer Dorn) und liegt im Ziehloche fest, so daß sich das Rohr über denselben fortzieht. Der Dorn besteht aus einem Stahl- oder Gußeisenkörper mit einem paraboloidisch auslaufenden Ende und, zur Vermeidung größerer Reibungswiderstände, von sehr glatter Oberfläche. Da der lange Dorn den Nachteil eines sehr großen Gewichtes besitzt und, wegen der großen Berührungsfäche zwischen sich und der Rohrwand, ein Abziehen des Rohres von dem Dorne, selbst wenn dieser etwas verjüngt und mit einem Wachsüberzug versehen ist, sehr erschwert, so zieht man den kurzen Dorn vor. Dieser wird in dem Ziehloche mittelst einer Stange oder eines Drahtes gehalten, der durch das ganze Rohr nach außen reicht und hier eine Befestigung findet.

Das Durchziehen des Rohres geschieht auf einer Ziehbank, welche entweder horizontal oder vertikal gebaut ist. Da bei horizontaler Bauart das Gewicht des Dornes in dem Ziehloche auf die untere Wand des Rohres preßt, diese daher mehr streckt und eine Krümmung und ungleiche Dicke des Rohres veranlaßt, so verdient die vertikale Aufstellung den Vorzug. Bei der Anwendung eines langen Dornes kann man die Ziehzange entbehren, wenn man die Kette etc. direkt durch einen Haken, der in ein Loch des Dornes gehakt wird, verbindet. Bei Anwendung eines kurzen Dornes werden Eisenpfropfen in das Rohrende eingetrieben oder eingeschraubt und das letztere mit dem Maul einer Ziehzange umfaßt. — Um Raum zu ersparen, hat man auch Einrichtung getroffen, bei welchen das Zieheisen (Ziehring) bewegt wird.

Das Walzen<sup>1)</sup> der Röhren aus Hohlkörpern stimmt ebenfalls mit dem Walzen massiver Stäbe zwischen Kaliberwalzen überein; nur muß auch hier das Rohr durch eine feste Ausfüllung gegen das Knicken geschützt werden. Entweder dient hierzu ein Dorn (langer oder kurzer) oder man füllt das Rohr mit einer Masse aus, welche sich mitstreckt und nachher beseitigt wird. Diese Masse ist feiner Quarzsand, Asche, Erde usw., die fest eingestampft wird. Letzteres Mittel ist natürlich nur anwendbar, wenn die Rohrweite sich im Verhältnisse der Streckung verringern soll. Muß sie dieselbe bleiben, so ist die Anwendung eines Dornes nicht zu umgehen. — Zur Beschleunigung der Verdünnung, namentlich

<sup>1)</sup> Dinglers Journ. 117, 118; 137, 415; 163, 22; 170, 330; 188, 270; 236, 259; 246, 144.

wenn das Metall heiß gewalzt wird, können mehrere Walzen mit abnehmendem Kaliber unmittelbar hintereinander angebracht werden, wobei es dann zweckmäßig ist, die Walzenachsen abwechselnd horizontal und vertikal anzuordnen. Die kurzen Dorne, welche hier den Gegendruck ausüben, sitzen dabei auf einer gemeinschaftlichen Stange. Eine große Bedeutung hat für das Röhrenwalzen das S. 202 ausführlich beschriebene Schrägwalzverfahren zur Erzeugung von Hohlkörpern gewonnen, indem dasselbe geeignet ist, Röhren aus einem vollen Block zu gewinnen. Die auf diesem Verfahren beruhende Methode setzt jedoch möglichst homogenes Material voraus und findet daher hauptsächlich zur Anfertigung von Röhren aus Flußeisen, Stahl, Aluminium, Kupfer und Messing Verwendung. Das Röhrenwalzen dieser Art zerfällt zweckmäßig in zwei Stufen, insofern als man erst aus einem massiven Blocke im sog. Blockwalzwerke ein dickwandiges Rohr herstellt und dieses in einem zweiten sog. Pilgerwalzwerke zu den verlangten Weiten auswalzt, und zwar stets um eine Glätte im Innern zu erhalten, unter Zuhilfenahme eines feststehenden konischen Dornes, über den die scheibenförmigen Kegelwalzen das Rohr unter gleichzeitiger trichterartiger Erweiterung desselben in schraubender Bewegung hinwegschieben. Nach dem Walzen erfahren diese Röhren noch eine Kalibrierung auf einer Ziehbank oder Rollbank. Nach einer anderen Methoden werden Hohlblöcke z. B. von Flußeisen, Messing etc. zwischen Walzen zu flachen doppelwandigen Streifen ausgewalzt, und durch Aufweiten in Röhren verwandelt. Ist hierbei der Hohlraum konisch, so erhält man verjüngte Röhren, z. B. zu Lampenmasten.<sup>1)</sup>

Zum Röhrenpreßen<sup>2)</sup>, das sich nicht mehr auf die Erzeugung von Röhren aus Blei und Zinn beschränkt, sondern auch auf Messing, namentlich Deltametall und Duranametall ausgedehnt hat, bedient man sich ausschließlich hydraulischer Pressen nach dem S. 190 erklärten Konstruktionsprinzip. Wesentlich ist nur die Anbringung eines Dornes (Kern), der in das Mundstück hineinragt, so daß sich das Metall über diesen Dorn hinweg schiebt. Eine Bleiröhrenpresse neuester Anordnung (Krupp) für einen Gesamtdruck bis 400000 kg zeigt Fig. 264. Das Wesentliche ist die Preßform P mit dem aufgeschraubten Mundstück c, der Preßkolben K in dem Preßzylinder G, der mit starken Schrauben die Preßform P trägt. Zum Pressen dient ein hohler Plunger Kolben, der oben bei b einen Dichtungsring trägt und bei der Aufwärtsbewegung das Metall über den in die Dornstange a eingeschraubten Dorn hinweg als Rohr r aus dem Mundstück c hinausschiebt. Zur sicheren Führung der Druck- und Preßkolben dient der Aufsatz F mit den Führungsprismen f, f und die Dornstange a, welche durch K hindurch geht und in den Boden von G eingeschraubt ist.

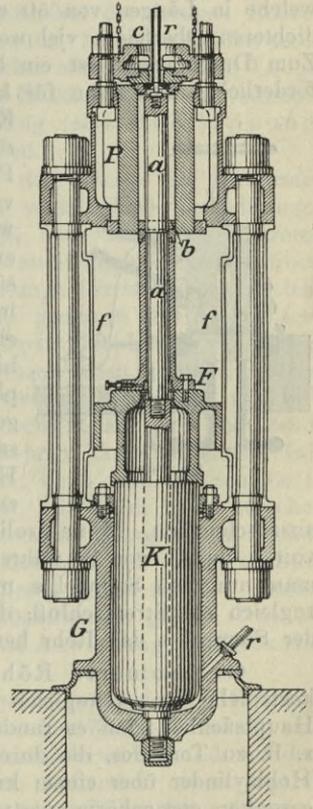


Fig. 264.

1) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1901, S. 1573. — Stahl und Eisen 1899, S. 68, 233. —

2) Hütte 1863, T. 11. — Dinglers Journ. 152, 428; 203, 432; 225, 425; 248, 20, 488.

Um nach diesem Verfahren Röhren aus Kupfer oder Deltametall zu pressen, wird (nach Dick) das Metall geschmolzen in den Preßzylinder gegossen und glühend durch die Matrize gepreßt, in welcher der Dorn durch radiale Rippen festgehalten wird. Da sich an dieser Stelle keine atmosphärische Luft befindet, so schweißen sich die einzelnen durch die Rippen entstandenen Metallstränge infolge des hohen Druckes vollständig zu einem festen Rohr zusammen.

Der große Vorteil dieser Methode liegt in der Möglichkeit, beliebig lange Röhren zu erzeugen und in der größeren Dichtigkeit, welche diese gepreßten Röhren den gezogenen gegenüber besitzen. — Bleiröhren namentlich, welche in Längen von 50 m und mehr gepreßt werden, unterliegen wegen der dichteren Oberfläche viel weniger den Einflüssen der Luft etc. als gezogene. — Zum Durchpressen ist ein bedeutender Druck selbst bei weichen Metallen erforderlich. Man kann für kleine Röhren etwa 400 Atmosphären annehmen. —

Kurze Röhren zu Patronenhülsen, Schlagröhren, Fernröhren u. dgl. werden auf eine andere Weise durch Preßen erzeugt, indem man runde Platten aus Blech vermittelst Preßdorne durch eine Reihe stetig kleiner werdender Ziehlöcher hindurchschiebt, so daß aus der ersten Schalenform ein Rohr sich ausbildet<sup>1)</sup>. Mit einer Erwärmung durch elektrischen Strom ist man imstande, mit einem einzigen Durchgang aus einer ebenen runden Platte ein Rohr zu erzeugen<sup>2)</sup>. Der hierzu dienende Apparat (Fig. 265) ist an die Tischplatte T angeschraubt und aus zwei Teilen A und B gebildet, wovon A den Stempel s und B die Zieh-scheibe b enthält, welche letztere von dem Handrade H mittelst Schraube gehoben wird, um aus einer zwischengeschobenen Blechplatte a eine runde Scheibe

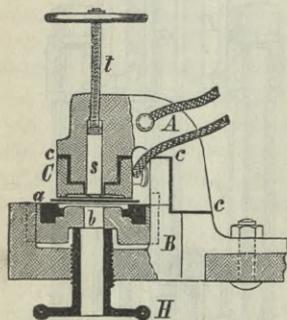


Fig. 265.

auszuschneiden. Eine Isolierschicht ccc trennt den festen Schneidstempel C von A und A von B, während Drähte den elektrischen Strom zuführen. Indem man nun den Stempel s mittelst der Schraube t zur Wirkung bringt, erfolgt zugleich ein Stromschluß, der das Blech erwärmt und so lange warm hält, bis der Stempel s das Rohr herausgeschoben hat.

Gehämmerte Röhren fertigt man selten an, weil ihre Herstellung kostspielig ist, wengleich sie sich durch besondere Dichtigkeit auszeichnen. Hauptsächlich sind es runde Kupfer- und Messingröhren, mitunter Stahlröhren, z. B. zu Torpedos, die durch Hämmern in der Weise erzeugt werden, daß man Hohlzylinder über einem kurzen Dorne unter einem Schnellhammer mit Rundgesenken erst gehörig ausstreckt — wobei das Rohr fortwährend gedreht wird — und dann sofort glatt schlägt. Das Prägen besteht im Wesen darin, daß man dickere, kreisförmig zugeschnittene Platten vermittelst eines Stempels durch eine Unterlage hindurch schiebt und so in eine tiefe (fingerhutartige) Schale verwandelt, welche durch eine Anzahl immer kleiner werdender Öffnungen hindurchgedrückt, sich strecken und rohrartig nach dem Stempelquerschnitte ausbilden. Das Prägen hat eine große Erweiterung erhalten durch das Verfahren von Ehrhardt<sup>3)</sup>, welches darin besteht, daß ein massiver Block z. B. von Flußeisen mit quadratischem Querschnitt mittelst eines Stahlstempels (Dorn) in einem Preß-

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1883, S. 540; 1887, S. 524. — <sup>2)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1891, S. 1240. — <sup>3)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1900, S. 190. — Berlin. Verh. 1900, S. 361; 1902, S. 103. — Stahl und Eisen 1893, S. 473; 1902, S. 253.

zylinder mit geschlossenem Boden zunächst zu einem zylindrischen Hochkörper mit einem geschlossenen Ende ausgeprägt, und dann sofort zum Zwecke des Streckens nach Wegnahme des Zylinderbodens durch mehrere auf einander folgende Prägringe hindurchgedrückt wird.

**1. Röhren aus schmiedbarem Eisen.** Diese Röhren, welche in großen Mengen und vielen Abstufungen zu Wasser-, Dampf- und Gasleitungen, zu Heizröhren in Dampfkesseln etc., zu Fahrrädern, zu Möbeln, zu Bauzwecken usw. Anwendung finden, fabriziert man aus Schmiedeisestreifen, welche gebogen und mit den Rändern zusammengeschweißt werden müssen oder aus dickwandigen Hohlkörpern durch Ziehen und Walzen. — Die Schmiedeisestreifen (*Skelp*), aus dem besten, leicht schweißbaren und, um das Aufreißen der fertigen Röhren zu vermeiden, aus besonders paketiertem Eisen<sup>1)</sup> gewalzt, haben entweder einen flachviereckigen Querschnitt von überall gleicher Dicke, oder sind an den Längskanten schräg abgehobelt, je nachdem nämlich ihre Ränder durch eine stumpfe Fuge (*Butt joint-tubes*) oder durch einen Überschlag (eine Überlappung, *Lap-welded-tubes*) zusammengeschweißt werden sollen.

Die erste Arbeit besteht in dem Aufbiegen der Schiene im rotwarmen Zustande zu einer Rinne, wozu je nach der Dicke verschiedene Vorrichtungen angewendet werden; Handhämmer mit Gesenkzange, Seckenzug (mit mehreren Seckeneisen hintereinander und allmählich in ein zweiteiliges Zieheisen übergehend), Presse, Walzen. — Namentlich ist eine Zange hervorzuheben, welche (wegen der eigentümlichen Maulform das Krokodil genannt) aus einem festliegenden, halbrund ausgehöhlten, wohl 1,75 m langen Eisenblocke als Untergesenk und einem beweglichen Teile, der als Obergesenk dient, besteht. Dieses Obergesenk sitzt an dem Ende eines sehr starken, zweiarmigen Hebels und wird niedergedrückt, so daß die zwischengebrachte Röhrenschiene auf eine bedeutende Länge halbrund gebogen wird. — Bei schwachen Röhren kann mit einem Male ein vollständiges Rundbiegen hervorgebracht werden, wenn man die Schiene in dem Augenblicke, wo sie aus dem Glühofen kommt, mit einem Ende zwischen zwei halbrunde Backen bringt, durch kräftiges Zusammenschieben dieser Backen aufbiegt, und nun vermittelst einer Schleppzangenziehbank mit einem trichterartigen Einsatz (Ziehdüte, Becher) schnell durch diesen Becher zieht. — Sollen bei dem Aufbiegen die Streifen zum Überlappen übereinander greifen (wie bei Dampfkesselröhren stets geschehen muß), so wird bei Anwendung des Krokodils eine runde Stange als Dorn eingelegt.

Nach dem Aufbiegen folgt sodann das Schweißen (*Soudage*, *Welding*), gleichzeitig mit dem ersten Ziehen oder Walzen. Zu dem Zwecke wird die vorbereitete Schiene im Schweißofen bis zur Weißglühhitze erwärmt und mit dem Ende entweder in einen unmittelbar vor dem Ofen stehenden etwas engeren Becher oder ein Kaliberwalzwerk geführt, vermittelst einer Ziehzange gefaßt und auf einer Ziehbank durchgezogen, mitunter, namentlich bei Walzen, unter Anwendung eines Dornes, weil nur auf solche Weise der zum gehörigen Schweißen erforderliche Gegendruck erzielt werden kann. — Das Zieheisen wird hierbei oft von den zwei Backen einer starken Zange gebildet, wovon jeder die eine Hälfte des Ziehloches enthält und die kräftig zusammengedrückt werden, während das Rohr durchgeht. — Das geschweißte Rohr passiert sodann zum Strecken und Egalisieren noch eine Anzahl Zieheisen (oft 15) oder Walzen und wird endlich auf einem ebenen, gußeisernen Tisch (Rollbank) gerichtet, indem über eine größere Zahl Röhren gleichen Kalibers eine stark beschwerte eiserne Platte hin-

1) Kerpely, Fortschr. 1869, S. 208; Dinglers Journ. 190, 202

und hergerollt wird, solange die Röhren noch rotwarm sind. — Während der letzten Rollperiode wird zum Zwecke der Abkühlung und zum Absprennen des Zunders kaltes Wasser aufgespritzt.

Weil das Zusammenschweißen der Röhren von polygonalem Querschnitte Schwierigkeiten bereitet, so werden solche Röhren oft aus runden Röhren dadurch hergestellt, daß man diese, mit Sand gefüllt, durch ein entsprechendes Kaliberwalzwerk gehen läßt. — Auch konische Röhren (z. B. Galloway-tubes für Dampfkessel) werden gewalzt<sup>1)</sup>. — Die vielfach verwendeten Spiralaröhren aus Eisen werden dadurch hergestellt, daß Blechstreifen mittelst einer besonderen Walzbiegemaschine nach Schraubenlinien auf einen Dorn schiebt, an den zusammengeschobenen Rändern durch Wassergasflammen erhitzt und mit einem kleinen Schwanzhammer schnell zusammenschweißt.

Besondere Entwicklung hat die Fabrikation der nahtlosen Eisenröhren erfahren durch die Anwendung des Schrägwälzens (S. 202), sowie der Methode von Ehrhardt (S. 230). Im großen Maßstabe benutzt man das Walzen der Röhren zur Erzeugung ganzer Dampfkesselschüsse, indem man einen Ring auf eine Walze schiebt und so in der Umfangsrichtung streckt<sup>2)</sup>.

**2. Kupferröhren.** Diese werden entweder aus Blech zusammengelötet und durch das Zieheisen über den Dorn gezogen oder aus gegossenen Hohlstücken gewalzt, gezogen oder gehämmert, auch nach dem Verfahren von Dick (S. 230) gepreßt. Schwierig ist hierbei die Herstellung eines blasenfreien Gußstückes. Man soll dasselbe erhalten, wenn man das geschmolzene Kupfer in eine Form gießt und dann im Moment des Erstarrens einen Dorn eintreibt, welcher durch den Druck die Undichtigkeiten beseitigt und zugleich den Hohlraum hervorbringt. Auch soll dasselbe erreicht werden durch Zentrifugalguß bei einer Geschwindigkeit der Form von 2000 Umdrehungen per Minute.

**3. Messingröhren,** auch Neusilberröhren, erzeugt man aus Blech durch Biegen und Löten wie Kupferröhren, viel häufiger aber aus gegossenen Hohlzylindern durch Auswalzen und Ziehen. Aus schmiedbarem Messing (Deltametall und Duranametall) werden nahtlose Röhren jetzt vielfach nach dem Dick'schen Verfahren (S. 230) hergestellt. Eine besondere Art bilden die biegsamen Messingröhren, die dadurch entstehen, daß man in glatte Röhren eine schraubenförmig verlaufende Nut eindrückt, welche der Rohrwand eine Wellengestalt gibt (~~~~~). Man benutzt dazu Druckrollen, welche außen und innen sich unter genügendem Druck gegen die Wand drehen.

**4. Blei- und Zinnröhren** werden nur noch gepreßt (S. 229. — Hier ist der verzinnten Bleiröhren zu erwähnen, die dadurch erzeugt werden, daß man einen Hohlzylinder auspreßt, dessen Inneres aus Zinn besteht, und den man dadurch erhält, daß man in einen hohlen Bleizylinder um einen darin befindlichen Dorn, Zinn so heiß eingießt, daß es mit dem Blei sich verlötet.

<sup>1)</sup> Kerpely, Fortschr. 1868, S. 217. — Dingers Journ. 188, 270; 237, 183. —  
<sup>2)</sup> Ztschr. d. V. d. Ing. 1902, S. 359; 1905, S. 785. — Dingers Journ. 236, 259; 246, 144;  
 248, 505; 261, 156; 264, 475. — Stahl und Eisen 1902, S. 253, 579.

## Sechster Abschnitt.

### Bearbeitung der Materialien auf Grund der Teilbarkeit.

#### I. Allgemeines über schneidende Werkzeuge und Werkzeugmaschinen.

Wenn von einem Körper ein Stück abgetrennt werden soll, so ist dazu die Aufhebung der Kohäsion längs der Fläche erforderlich, an welcher die Trennung beabsichtigt wird. In diese Trennungsfläche in Größe und Form eine bestimmt vorgeschriebene, so ist also auch angezeigt, an welchen Stellen die Molekularkräfte vernichtet werden müssen.

Je nach der Richtung nun, welche die zerstörende Kraft in bezug auf eine beliebige Linie in dem Körper besitzt, wird letzterer (S. 141) auf Zug, Druck, Biegung, Schub oder Drehung in Anspruch genommen, weshalb also auch durch ziehende, drückende, biegende, schiebende oder drehende Kräfte eine Abtrennung einzelner Teile bewirkt werden kann. Bezüglich der Stelle jedoch, wo bei diesen Einwirkungen die Abtrennung stattfindet, ist der Vorgang sehr verschieden.

Ein durch Zugkräfte gespannter, prismatischer Stab verlängert und verdünnt sich, bis der Bruch erfolgt. Die Stelle aber, wo der Bruch stattfinden wird, ist unbestimmbar. Dasselbe gilt für die Einwirkung einer Druckkraft, weil auch hierbei eine Verkürzung und Verdickung dem Bruche vorangeht. — Unterwirft man dahingegen einen prismatischen Stab, der an einem Ende festgehalten wird, einer biegenden Kraft  $K$ , so entsteht ein Moment dieser Kraft  $Kl$ , wenn  $l$  die Länge des Stabes ist und wenn  $K$  am freien Ende angreift. Diesem Moment  $Kl$  ist die Spannung  $s$  in dem Stabe proportional, so daß demnach für eine bestimmte Länge  $l$  die Maximalspannung am Endpunkte dieser Länge, also da sich befindet, wo der Stab festgehalten wird. Weil nun aber der Bruch offenbar dort erfolgen muß, wo die größte Spannung herrscht, so ist in diesem Fall die Trennungsstelle bestimmt und bekannt. (Spannt man einen Metall- oder Holzstab in einen Schraubstock und biegt das freistehende Stück hin und her, so erfolgt der Bruch an den Kanten des Schraubstockmaules.) — Begegnen sich in einem Körper zwei gleiche parallele Kräfte in zwei Ebenen, deren Entfernung gleich ist dem Abstände zweier Molekülschwerpunkte, so werden diese Kräfte ein Verschieben oder Gleiten der zwei Körperteile an diesen Ebenen veranlassen. Die in diesem Fall auftretende Schubkraft bewirkt daher eine Abtrennung längs einer vollständig bestimmbaren und bekannten Fläche. — Wird

endlich ein Stab um seine Schwerpunktsachse an einem Ende gedreht und am anderen festgehalten, so ist auf allen Querschnitten zwischen dem Befestigungspunkte und dem Angriffspunkte eine gleiche Schubkraft tätig, also die Trennungsfläche ebenfalls unbestimmbar.

Man erkennt aus dieser Darstellung, daß nur in zwei Fällen das Wesen des Abtrennungsvorganges eine bestimmte Trennungsfläche hervorruft: bei der Biegung und bei der Abschiebung; und daß in allen anderen Fällen, wo eine Trennung in bestimmter Richtung und an bestimmter Stelle eintreten soll, Mittel zur Anwendung gebracht werden müssen, welche diese Stelle festlegen. Das einfachste Mittel besteht naturgemäß darin, daß man die Stelle, wo die Trennung erfolgen soll, zu einem gefährlichen Querschnitte macht. Wird daher ein Stab an einer Stelle eingeschnitten und dann auseinander gezogen, so erfolgt die Trennung an der schwachen Stelle. Da außerdem ein solches Einschneiden auch das Abbrechen, Abdrehen etc. an einer bestimmten Stelle sichert, so findet es vielfach Anwendung (Abstechen auf der Drehbank, Einhauen oder Einsägen zur Herstellung von Bruchflächen und zum Zertrümmern großer Materialstücke, z. B. alter Kanonen zum Einschmelzen, Einkerben eines Holzstückes zum Abbrechen oder eines Baumes zum Fällen etc.).

Immerhin bleiben der Natur des Vorganges entsprechend die Abtrennungsarten durch Abbrechen und Abschiebung höchst unvollkommen und auf einzelne einfache Fälle beschränkt. — Mit vollkommener Sicherheit läßt sich die Abtrennung nur dadurch bewerkstelligen, daß man feste Körper zwischen die Moleküle drängt und längs der beabsichtigten Fläche fortbewegt. Da solche richtig gestaltete Körper außerdem in allen Fällen, wo es sich um Beseitigung von Teilen an Arbeitsstücken handelt, den Erfolg verbürgen, so bilden sie die wichtigste und vorzüglichste Klasse von Mitteln zur Bearbeitung der Materialien auf Grund ihrer Teilbarkeit. Sie führen den Namen Schneidwerkzeuge (Schneidende Werkzeuge, *Outil tranchant*, *Cutting tool*, *Edge tool*) und zwar auch dann, wenn ihre Wirkung nicht vollständig dem Vorgange entspricht, den man mit der Bezeichnung *Schneiden* kennzeichnet.

Damit ein Schneidwerkzeug überhaupt in ein Arbeitsstück einzudringen vermag, muß dasselbe vor allem aus einem Material bestehen, welches widerstandsfähiger ist, als dasjenige des Arbeitsstückes. Aus dem Grunde verfertigt man die Schneidwerkzeuge ausschließlich aus Stahl, welcher gehörig gehärtet und nachgelassen (S. 15) wird; das Werkzeug hat daher auch die kurze Bezeichnung *Stahl* erhalten.

Unter der Voraussetzung des passenden Materials wird die Möglichkeit des Eindringens insbesondere aber durch die Gestalt des Werkzeuges bedingt. — Im allgemeinen muß der angreifende Teil desselben eine keilförmige Gestalt erhalten, d. h. von gewöhnlich zwei Seiten oder Flanken begrenzt sein, welche in einer Linie *a* (Schneidlinie, Schneidkante, Schneide, *Tailant*, *Edge*) Fig. 266 sich schneiden und einen Winkel  $\alpha$  einschließen, der die Schärfe (Zuschärfung) bedingt (Zuschärfungswinkel).

Betrachtet man daraufhin einen solchen Keil mit Hilfe der Fig. 266 bezüglich der auftretenden Kräfte, so sieht man, daß die Kraft *K* in die Seitenkräfte *N* und *N*<sub>1</sub> zerlegt werden kann, welche rechtwinklig zu den Keilflanken *a c* und *a b* stehen und deren Größe von dem Keilwinkel  $\alpha$  abhängt. Tritt dabei der einfache Fall ein, daß der Keil gleichschenkelig und die Richtung der Kraft *K* normal auf die Mitte von *b c* gerichtet ist, also den Winkel  $\alpha$  halbiert, so wird

$$\beta = \gamma \text{ und } N = N_1 = K \sin \frac{\alpha}{2}.$$

Dringt ein solcher Keil mit der Schneide  $a$  in das Material, also zwischen zwei Reihen von Molekülen ein, so werden die letzteren längs der Schneidkante von einander gerissen. Soll nun die Wirkung des Keiles nicht aufhören, so müssen sich diese Molekülreihen immer mehr und mehr von einander bewegen, ausweichen, damit der stetig an Dicke zunehmende Keil zwischen denselben weiter vorrücken kann. Diese Ausweichung erfolgt, je nach der Beschaffenheit des Arbeitsmaterials und des Werkzeuges, sowie der Stellung des letzteren zu der Arbeitsfläche, in sehr verschiedener Weise. Bei spaltbarem Material z. B. Holz erfolgt beim Eindringen des Keiles in der Spaltrichtung auch ein Trennen nach dieser Richtung (Spalten), bei homogenem Material, also insbesondere Metall, in fast allen Fällen jedoch dadurch, daß das Material von den Kräften  $N$  und  $N_1$  in der S. 142 erläuterten Weise zum Fließen gebracht und dahin geschoben wird, wo die freie Bewegung überhaupt nicht gehemmt ist, oder wo

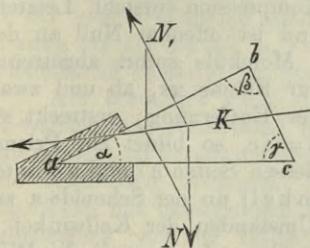


Fig. 266.

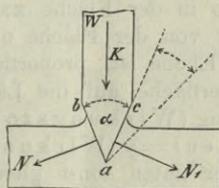


Fig. 267.

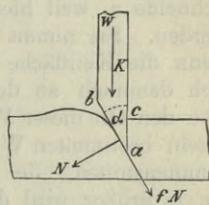


Fig. 268.

sich der kleinste Widerstand befindet. Bestehen die abgetrennten Teile aus mehr oder weniger zusammenhängenden, vielfach bandartig geformten Stückchen, so heißen sie Späne.

Wird der Keil  $W$  (Fig. 267) rechtwinklig gegen die Oberfläche eines homogenen Materials (Metalles) mit gehöriger Kraft  $K$  eingetrieben, so schieben sich die von den Flächen  $a$   $b$  und  $a$   $c$  getroffenen Metallteile an diesen Flächen in die Höhe und aus der Oberfläche des Arbeitsstückes hinaus, weil in dieser Richtung allein eine freie Bewegung möglich ist; es entstehen die sog. Grate bei  $b$  und  $c$ . Da diese Verschiebung eine Wirkung der Seitenkräfte  $N$  und  $N_1$ , d. h. der aus diesen hervorgehenden Horizontalkräfte ist, und da diese von dem Winkel  $\alpha$  abhängen, so folgt daraus, daß, wenn  $K$  normal gerichtet ist und den Winkel  $\alpha$  halbiert, an beiden Seiten gleichviel Material aufgeworfen wird. Halbiert  $K$  den Winkel  $\alpha$  dahingegen nicht, so erfolgt die stärkere Gratbildung auf der Seite der größeren Winkelhälfte und fällt umgekehrt, wenn — eine sichere Führung des Keils vorausgesetzt — die Zuschärfung eine einseitige (Fig. 268) ist, an der Seite  $a$   $c$  ganz weg. Begleitet werden diese Vorgänge aber noch von den an den Keilflanken  $a$   $b$  und  $a$   $c$  auftretenden Reibungen  $N_f$  und  $N_1 f$  (wenn  $f$  den Reibungskoeffizient bezeichnet), welche oft so bedeutend sind, daß sie das Abfließen verzögern, selbst verhindern und die nach innen sich senkende bei  $b$  (Fig. 268) gezeichnete Abrundung veranlassen. Dergleichen erfolgt auch an den Seitenkanten ein Abfließen, wenn die Schneide  $a$  über das Arbeitsstück hinausragt. Ist letzteres nicht der Fall, so findet ein Herauspressen des Materials nur an den Keilflächen statt und zwar lediglich im Verhältnisse zu der Größe des Winkels, unter welchem die Fläche gegen die senkrechte Krafrichtung geneigt ist; hieraus ergibt sich zugleich auch die Erklärung dafür, daß beim Eintreiben eines Kegels ein kreisförmig, einer Pyramide je nach der Seitenzahl desselben ein 3, 4, 5 usw. seitig verlaufender Grat aufgeworfen wird.

Tritt der Keil so nahe unter der Oberfläche des Arbeitsstückes A (Fig. 269) ein, daß das abgetrennte Stück von der Dicke  $\delta$  noch frei abfließt, ohne von umgebenden Materialteilen daran verhindert zu werden, so erfolgt bei einseitiger

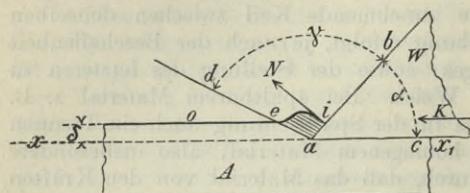


Fig. 269.

Zuschärfung des Keils W das Abfließen nur an der Seite o, weil hier das Hindernis am kleinsten ist. Es wirkt sich daher von dem Werkzeug ebenfalls ein Grat in der Gestalt eines Prismas auf, dessen Volumen annähernd gleich dem verdrängten, höchstens um die Verdichtung kleiner sein wird, welche infolge der durch die Kraft N hervorgerufenen Kompression entsteht. Letztere

aber erreicht ihr Maximum an der Oberfläche o und ist offenbar Null an der Schneide a, weil hier, also in der Fläche  $xx_1$ , die Moleküle sofort abgetrennt werden. Sie nimmt daher von der Fläche o bis zur Fläche  $xx_1$  ab und zwar, wenn die Keilfläche eine Ebene ist, proportional der Entfernung; erstreckt sie sich demnach an der Oberfläche auf die Länge  $z=ie$ , so bildet ein Prisma aie den Ort dieser Wirkung (Wirkungszone), dessen Seiten ai und ae unter einem bestimmten Winkel  $eai=\gamma$  (Wirkungswinkel) an der Schneide a zusammenstoßen. Je kleiner unter sonst gleichen Umständen der Keilwinkel  $\alpha$  ist, je größer wird der Winkel  $\gamma$  im allgemeinen werden müssen, weil die Wirkungszone mit der Druckkraft N und diese mit der Abnahme des Keilwinkels  $\alpha$  wächst. Eine Reihe von Versuchen<sup>1)</sup> über die Größe des Winkels  $\gamma$  und dessen Beziehung zu dem Winkel  $\alpha$  hat dementsprechend ergeben, daß die Summe beider Winkel  $(\alpha + \gamma)$  beinahe konstant ist, indem sie nur zwischen  $140^\circ$  bis  $152^\circ$  schwankt ohne Unterschied des verwendeten Metalles und der Dicke  $\delta$ , wie folgende Tabelle zeigt:

	$\alpha =$	$45^\circ$	$55^\circ$	$65^\circ$	$75^\circ$	$90^\circ$
Blei $\delta = 6,25$ bis $12,5$ mm	$\gamma =$	$100^\circ$	$90^\circ$	$80^\circ$	$70^\circ$	$62^\circ$
	$\alpha + \gamma =$	$145^\circ$	$145^\circ$	$145^\circ$	$145^\circ$	$152^\circ$
Schmiedeeisen, Stahl, Gußeisen, Bronze $\delta = 1,562$ bis $6,25$ mm	$\alpha =$	$45^\circ$	$55^\circ$	$65^\circ$	$75^\circ$	$90^\circ$
	$\gamma =$	$100^\circ$	$90^\circ$	$85^\circ$	$77^\circ$	$65^\circ$
	$\alpha + \gamma =$	$145^\circ$	$145^\circ$	$150^\circ$	$150^\circ$	$155^\circ$

An der Grenzfläche ea der Wirkungszone wird der Zusammenhang des Materials zugleich derart gelockert, daß fast eine vollständige Abtrennung, also eine Art Abscherung erfolgt, so daß sich die Bildung eines Spanes in folgender Weise erklärt. Das schneidende Werkzeug dringt in das Material erst auf eine gewisse Länge ein, bis ein Abreißen in der Richtung ae eintritt. Rückt das Werkzeug darauf weiter vor, so wiederholt sich dieser Vorgang fortwährend in sehr kleinen Zwischenräumen, so daß das abgeschobene Stück (Span) aus lauter Materialelementen zusammengesetzt ist, die bei sprödem Material z. B. Gußeisen für sich einzeln abfallen, sonst aber unter sich bandartig, jedoch lose, verbunden bleiben, wie

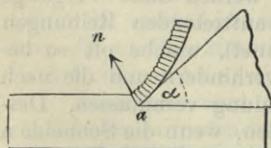


Fig. 270.

<sup>1)</sup> Thime, Sur le rabotage des métaux St. Pétersbourg 1877. — Hausner, Das Hobeln der Metalle. Wien 1892.

die große Brüchigkeit jedes Spanes erkennen läßt. Da nun ferner jedes Element seine Entstehung einer Stauchung vor der Keilflanke verdankt und infolgedessen allgemein die in  $a e_i$  gezeichnete Form gewonnen hat, so erklärt sich aus dieser zugleich die eigentümliche gezackte Oberfläche der Späne (Fig. 270). Ferner gehört zu einer bestimmten Länge ( $L_0$ ) des Spanes eine bestimmte Zahl ( $n$ ) von Elementen, weshalb diese Länge

$$L_0 = n \cdot e_1$$

ist, wenn  $e_1 = a_i$  (Fig. 269) die Länge eines Elementes bedeutet. Zum Abheben eines Elementes muß aber das Werkzeug den Weg  $= e_i$  (Fig. 269) zurücklegen; deshalb ist die zur Spanlänge  $L_0$  erforderliche Wegeslänge des Werkzeuges

$$L = n \cdot e.$$

Da nun ganz allgemein  $e_1$  kleiner ist als  $e$ , so muß auch der Span kürzer sein als der vom Werkzeuge zurückgelegte Weg. In Wirklichkeit beträgt die Verkürzung oft 30 bis 40 0/0. — (Ein rundes Loch auf der Arbeitsfläche erscheint im Span als Ellipse.)

Als besondere Fälle sind diejenigen zu betrachten, bei welchen der Keilwinkel  $\alpha = 90^\circ$  ist, und hierbei die Unterschiede zu berücksichtigen, welche das gehemmte und freie Ausfließen bedingen. — Tritt das Werkzeug  $W$  (Fig. 271) mit genügendem Drucke rechtwinklig auf das Arbeitsstück von der Höhe  $S$ , welches so aufrucht, daß ein freies Abfließen nur durch einen Kanal  $o$  gestattet ist, der in Form und Größe mit dem Querschnitte  $F$  des Werkzeuges übereinstimmt, so nennt man den Vorgang das Lochen<sup>1)</sup>, das Werkzeug Lochstempel, die Unterlage  $M$  Lochscheibe oder Matrize und den aus dem Loche herausgebrachten Körper den Putzen. Der vom Stempel  $W$  auf das Metall übertragene Druck veranlaßt zuerst, wie aus den in Fig. 272 vorgeführten durch Ätzen deutlich gemachten Metallschnitten zu erkennen ist, eine geringe Senkung, darauf ein Abtrennen der obersten Schicht und gleichzeitig eine Übertragung des Druckes von Schicht zu Schicht, infolgedessen der untere Teil als abgerundeter Knopf in den Raum  $o$  der Matrize eintritt. Dann wiederholen sich diese Vorgänge unter sich stetig ändernden Verhältnissen, indem der Stempel einerseits den Matrizenrand, andererseits das Metall vor sich herschieben, das aber infolge der Materialdehnung zunächst noch bandartig zusammenhängt und somit einen Zugwiderstand hervorruft. Sind Stempel und Matrizenöffnung kreisförmig, so bilden die Bänder Kegel, welche sich schichtenweise aufeinander legen und je nach ihrer Länge verschieden gespannt sind, so daß der Reihe nach ein Abreißen erfolgen kann. Zu dieser Trennungsneigung durch Abreißen der Bänder tritt sodann die abscherende Wirkung der Stempel- und Matrizenränder. Da diese gleichzeitig zur Wirkung gelangen, so ist die Abtrennung des Putzens soweit vorbereitet, daß sie schon stattfindet, bevor der Stempel den Weg  $S$  zurück-

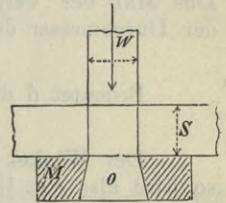


Fig. 271.

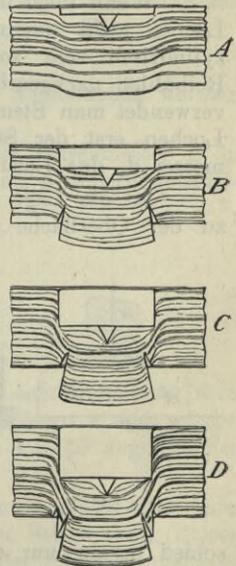


Fig. 272.

<sup>1)</sup> Keller, Das Durchstoßen der Metalle. Berlin 1888. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1888, S. 77, 97. — Zeitschr. f. Werkz. 1899, S. 81.

gelegt hat, und zeigen Versuche, daß ein Stempelweg von 0,6 bis 0,75 S genügt, um den Putzen abzutrennen.

Bei dem beschriebenen Vorgang treten infolge des erschwerten Ausfließens und der komplizierten Art der Abtrennung Preßungen auf, welche dem ausgeschobenen Putzen die in Fig. 273 gezeichnete Form eines Kegelstumpfes mit einem zylindrischen Kragen R geben. Im Inneren des Loches entstehen dahingegen Risse, welche die Festigkeit beeinträchtigen. Die Bildung von Rissen ist nun dadurch zu vermeiden, daß man das Ausfließen durch einen größeren Spielraum zwischen Stempel und Matrize (Fig. 274) begünstigt. Dabei entsteht ein voller Kegel mit den Flächen 0,0 und 4,4 und ebenfalls ein kegeliges Loch ohne Wandrisse unter gleichzeitiger Vermeidung eines Kragens R. Das Maß der Vergrößerung  $2e$  ergibt sich aus folgender Betrachtung. Ist  $d$  der Durchmesser des Stempels und  $d_1$  derjenige des Loches, dann ist

$$d_1 = d + 2e.$$

Bedeutet  $\delta$  die Materialhöhe, so ist

$$e = \delta \operatorname{tg} \gamma.$$

Der Winkel  $\gamma$  beträgt nun durchschnittlich  $7^\circ$  und weil  $\operatorname{tg} 7^\circ = 1/8$  ist, so wird also  $e = 1/8 \delta$ , mithin ist zu machen

$$d_1 = d + 1/4 d \delta.$$

Wenn auch in manchen Fällen z. B. zum Vernieten die Kegelform des Loches nicht ungünstig ist, so wird doch in den meisten Fällen das Loch zylindrisch sein sollen und demnach durch Ausbohren oder Ausreiben mit Reibahlen nachgearbeitet werden müssen. Um diese Nacharbeit zu vermeiden, verwendet man Stempel mit schraubenförmig verlaufendem Absatz, so daß beim Lochen erst der Stempel das Loch bildet und dann der Ansatz vom Durchmesser  $d_1$  das Loch durch Abstoßen der schrägen Wand rundet.

Ist die Lage des Werkzeuges W bei einem Zuschärfungswinkel  $\alpha = 90^\circ$  zu der Oberfläche des Arbeitsstückes AB

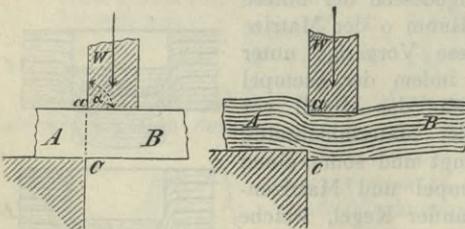


Fig. 275.

Fig. 276.

zu der Oberfläche des Arbeitsstückes AB eine rechtwinklige (Fig. 275), aber letzteres nur auf einer Stelle bei C derart unterstützt, daß die Kanten a und c in der Ebene liegen, welche das Arbeitsstück A rechtwinklig schneidet, so erfolgt durch Bewegung des Teiles W gegen das Arbeitsstück eine Trennung des letzteren in zwei Teile A und B längs der genannten Ebene unter Vorgängen, die im wesentlichen mit denjenigen des Lochens übereinstimmen; der Unterschied beruht nur darauf, daß das Stück B keine Bewegungshindernisse vorfindet, sondern frei abgetrennt werden kann. Es entstehen (Fig. 276) erst Kompressionen bei a und c, namentlich an der bewegten Schneide a, in Verbindung mit einem Abschieben und Einziehen innerhalb der Wirkungszonen. Auch hier erfolgt aus denselben oben erörterten Gründen die Trennung (A b-

1) Civiling 1864, S. 236. — Dingers Journ. 174, 14.

scherung), bevor der ganze Weg  $\delta$  des Werkzeuges zurückgelegt ist, in dem Augenblicke, wo sich das Gleichgewicht zwischen dem in das Arbeitsstück fortgepflanzten Drucke und der Abscherungsfestigkeit desselben gebildet hat, daher plötzlich mit einem Rucke und macht den Vorgang auf der Schnittfläche durch zwei sehr deutlich getrennte Schichten sichtbar.

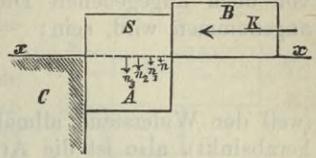


Fig. 277.

Bezeichnet man mit  $d$  die Dicke (Höhe) des Stückes  $S$  (Fig. 277), mit  $b$  seine Breite und mit  $l$  seine Länge in der Abscherungsrichtung gemessen, sodann mit  $s$  die Widerstandsfähigkeit gegen Abscherung und mit  $w$  die Widerstandsfähigkeit des drückenden Werkzeuges  $B$  gegen Zerdrücken des Werkzeuges, so ist Gleichgewicht in den Spannungen vorhanden, wenn

$$w d b = s b l$$

$$\text{also } w d = s l,$$

woraus sich bei gegebener Dicke und Breite die Länge

$$l = d \frac{w}{s}$$

und andererseits die Dicke

$$d = \frac{s}{w} l$$

ergibt, bei der eine Abscherung ohne Zertrümmern des Werkzeuges noch vorgenommen werden kann, unter der Voraussetzung jedoch, daß die Spannungen  $w$  und  $s$  den bezüglichen Flächen proportional sind. Ist z. B.  $s$  für Eisen 40 kg und  $w$  für Stahl 80 kg auf 1 qmm, so wird

$$l = 2d \text{ und } d = 0,5l.$$

Angenommen z. B., es soll eine Schicht von 2 mm Dicke abgeschoben werden, so kann ihre Länge nur 4 mm sein.

Auf die Erzeugung eines runden Loches von einem Durchmesser  $D$  in einem Eisenblech von der Dicke  $\delta$  angewandt, ergibt sich als Abscherungswiderstand  $s D \pi \delta$  und als Widerstand des Lochstempels

$$w \frac{D^2 \pi}{4}.$$

Hieraus folgt

$$s \delta = w \frac{D}{4}, \text{ also } \delta = \frac{w D}{s 4}, \text{ demnach } \delta = \frac{D}{2},$$

d. h. die Blechdicke kann höchstens gleich dem halben Lochdurchmesser sein. Selbstverständlich ändert sich dieses Verhältnis mit den Grössen  $s$  und  $w$ ; bei Stempelstahl ist z. B. vielfach  $w = 200$ , in dem Fall kann  $s = 40$  angenommen  $\delta = 1,25 D$  sein.

Wie jedoch bereits S. 142 ausführlich erörtert wurde, findet bei jeder Kompression eines Körpers auch ein Ausfließen nach allen Seiten statt, dessen Folge eine Kraftfortpflanzung ist. Daher entstehen an der Abscherungsfläche  $xx$  Normaldrücke  $n, n_1, n_2, n_3$  u. s. f. und verursachen noch eine Art Reibungswiderstand, welcher, wenn  $\varphi$  der Koeffizient dieses Widerstandes genannt wird, gleich ist  $\varphi \Sigma (n)$  und nicht einfach proportional der Abscherungsfläche sein kann, weil die Kompression und damit die Drücke  $n$  sich allmählich vergrößern. Wenn man daher diesen Widerstand in  $s$  mit einschließt, so ist jener Koeffizient nicht mehr der Fläche, sondern der Kompression proportional. Daher erklärt

es sich wohl, weshalb  $s$  im allgemeinen bei geringen Längen  $l$  kleiner als bei großen ist. — Die mechanische Arbeit zum Abschieben eines Metallstückes von oben angegebenen Dimensionen würde, wenn  $s$  der Fläche proportional angenommen wird, sein:

$$A = b l s \frac{1}{2}$$

(weil der Widerstand allmählich bis zum Schlusse des Arbeitsweges auf Null herabsinkt), also ist die Arbeit für die Flächeneinheit

$$a = s \frac{1}{2}$$

oder in Meterkilogramm ausgedrückt, wenn  $l$  in mm und  $s$  in kg gemessen wird

$$a = \frac{l s}{2000}$$

wonach die Arbeit also proportional der Länge beziehungsweise der Dicke des Arbeitsstückes ist.

Nimmt man beispielsweise als Arbeitsmaterial das Schmiedeeisen, so ist  $s = 40$  und also die Arbeit pro qmm

$$a = \frac{140}{2000} = 0,021.$$

Nach ausführlichen Versuchen von Hartig<sup>1)</sup> an Lochmaschinen und Scheren ist aber diese Arbeit

$$a = 0,25 + 0,0145 l,$$

so daß wenigstens für Eisen die oben angegebene Vermutung zutrifft. Ist  $l = 5$  mm, so gibt die erste Formel

$$a = 0,1,$$

die zweite Formel dagegen

$$a = 0,3225.$$

Für  $l = 25$  mm ergibt sich nach der ersten Formel

$$a = 0,5$$

und nach der zweiten

$$a = 0,6125.$$

Die Werte nach der ersten, einfachen Annahme sind also bedeutend kleiner, als nach den Versuchsergebnissen, doch nähern sich beide allmählich, bis sie bei  $l = 50$  mm übereinstimmen.

Die abscherende Kraft hat daher zwei Widerstände zu überwinden, weshalb die Beziehung gilt

$$K = s b l + \varphi \Sigma(n).$$

In dieser Gleichung ist  $s b l$  unveränderlich durch die Dimensionen und die Festigkeit des Materials bestimmt;  $\varphi \Sigma(n)$  ist als eine Funktion der komprimierenden Kraft aber von dieser abhängig. Weil die Kompression selbst jedoch unvermeidlich ist, so kann es sich, wenn es darauf ankommt, die Kraft auf ein Minimum zu reduzieren, nur darum handeln, die Richtung der komprimierenden Kraft so abzulenken, daß die daraus erfolgenden Normalkräfte  $n$  möglichst klein werden. Diese Ablenkung kann durch eine schief gegen die Krafrichtung gestellte Angriffsfläche des Werkzeuges herbeigeführt werden. Denn wenn die Druckfläche unter einem Winkel  $\alpha < 90^\circ$  angreift, so wird das

<sup>1)</sup> Hartig, Leistung und Arbeitsverbrauch von Werkzeugmaschinen. S. 53 etc.

Material des Arbeitsstückes mehr Bestreben gewinnen in der Richtung der Kraft  $V$  (Fig. 278) sich zu komprimieren, so daß infolgedessen die Normalkräfte  $n$ ,  $n_1$  etc. kleiner werden. Aus diesem Grunde wird bei den abscherenden Werkzeugen der Zuschärfungswinkel oft kleiner als  $90^\circ$  gemacht. — Wenn schon bei einem Schneidwinkel von  $90^\circ$  ein eigentliches Schneiden nicht mehr eintritt, so muß dies noch viel weniger der Fall sein, wenn der Schneidwinkel größer als  $90^\circ$  ist. In der Tat reibt ein solches stumpfwinkliges Werkzeug, wenn es mit großer Kraft zur Wirkung gebracht wird, nur dünne Teilchen ab, indem es sie zugleich zusammenrollt. Nichtsdestoweniger wird oft von diesem Vorgang (Schaben, Abschaben) Gebrauch gemacht, wenn es sich um Entfernung höchst geringer Schichten handelt.

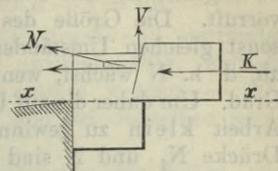


Fig. 278.

Die mechanische Arbeit, welche von dem Keile zum Abheben eines Spans verrichtet werden muß, setzt sich zusammen aus der Arbeit zum Eindringen und zum Abheben — wobei die Arbeit für die Abscherung, Aufbiegung und Stauchung in Betracht kommt — sowie der Arbeit, welche die Reibung an der unteren Keilfläche veranlaßt. Da nun offenbar dasjenige Werkzeug als das beste angesehen werden muß, welches unter sonst gleichen Umständen einen Span mit dem geringsten Arbeitsaufwande abnimmt, also mit einem bestimmten Arbeitsaufwande das größte Gewicht Späne liefert, so sind vor allem die Umstände und die Regeln, bei denen letzteres stattfindet, von eingehender Wichtigkeit.

Es ist sofort zu erkennen, daß hierbei der Zuschärfungswinkel  $\alpha$  (Fig. 279) die bedeutendste Rolle spielt. — Zunächst hängt die Größe der Kraft, welche das Eindringen in das Material veranlassen soll, von der Beschaffenheit dieses Winkels ab, indem in Wirklichkeit die Schneide nur bei ungebrauchten Werkzeugen einer Linie sich nähert, bei gebrauchten Werkzeugen aber eine zylindrische oder gerade schmale Fläche, eine sogenannte stumpfe Kante bildet, die das Eindringen um so mehr erschwert, je breiter diese Fläche wird, welche hauptsächlich infolge der Abnutzung entsteht und möglichst oft durch Schärfen zu verkleinern ist. Des weiteren ist diese Kraftgröße von der Größe dieses Winkels abhängig, indem sie mit dem Winkel wächst und abnimmt. — Aus diesem Grunde soll der Winkel so klein als möglich genommen werden. In erster Linie setzt hier jedoch das Material, aus dem das Werkzeug besteht, und sodann das zu bearbeitende Material eine Grenze. Soll nämlich das Werkzeug die gehörige Widerstandsfähigkeit besitzen, so muß seine Querschnittsfläche so groß sein, daß es der zerdrückenden Kraft nicht nachgibt, also der Festigkeit des zu bearbeitenden Materials angemessen sein. Weil sie demnach für festes Material größer ausfällt, als für weniger festes, also z. B. für Metall größer als für Holz, so ist begreiflich, weshalb der Schneidwinkel an Werkzeugen für die Bearbeitung der härteren Metalle größer sein muß, als derjenige an Werkzeugen für die Bearbeitung der weichen Metalle, des Holzes usw. Außerdem würde ein zu dünnes Werkzeug sich leicht verbiegen, dadurch aus der Richtung kommen (sich verlaufen oder sich fangen) und den vorgeschriebenen Weg nicht inne halten. Bei einem möglichst kleinen Schneidwinkel wird der Krümmungshalbmesser, nach dem sich der Span in die Höhe biegt, groß und demnach die zur Aufbiegung zu verwendende Arbeit klein, so daß aus diesem Grunde ebenfalls der kleine Schneidwinkel den Vorzug zu verdienen scheint. Es ist jedoch nunmehr nicht außer Acht zu lassen, daß sowohl der auf die obere Fläche des Keils (Fig. 266)

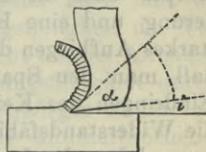


Fig. 279.

wirkende Gegendruck  $N_1$  als auch die, auf die untere Fläche drückende Kraft  $N$  eine gewisse Reibung erzeugen, welche schon deshalb groß wird, weil die Fläche im allgemeinen sehr rau ist und daher einen großen Reibungskoeffizienten hervorruft. Die Größe des Normaldruckes  $N$  selbst aber hängt ebenfalls, unter sonst gleichen Umständen, von dem Schneidwinkel aber in umgekehrter Weise ab, d. h.  $N$  wächst, wenn der Winkel  $\alpha$  abnimmt, und wird Null für  $\alpha = 90$  Grad. Um daher die auf Überwindung dieser Reibung zu verwendende mechanische Arbeit klein zu gewinnen, muß der Schneidwinkel  $\alpha$  groß werden! — Die Drücke  $N_1$  und  $N$  sind aber eine Folge der Pressung, welche die Elastizität des abzuhebenden Spanes, also dessen Widerstand gegen das Aufbiegen auf den Keil ausübt. Da dieser Widerstand mit der Breite des Spanes im einfachen Verhältnisse, mit der Dicke aber im Quadrat und endlich mit der Abnahme des Winkels wächst, so sind hierdurch die Bedingungen bekannt, unter welchen die Reibungsarbeit klein ausfällt.

Somit stehen jedoch die beiden Arbeiten, welche beim Abheben eines Spanes in Frage kommen: „die Arbeit für das Eindringen und Aufbiegen und die Arbeit zur Überwindung der Reibung“ in solcher Beziehung zueinander, daß sie sich entgegengesetzt zueinander ändern; die erstere nimmt ab, wenn der Schneidwinkel kleiner wird, die zweite nimmt ab, wenn der Schneidwinkel größer wird.

Die Reibung wird vermindert durch die Verkleinerung der Elastizität des Spanes. Diese aber tritt ein, wenn der Molekularzusammenhang des Spanmaterials geringer wird: in der Vernichtung des Molekularzusammenhanges ist daher ein Mittel geboten, die Reibungsarbeit zu verringern. Da nun jeder Körper über die Elastizitätsgrenze hinaus gebogen eine bleibende Formveränderung und eine Elastizitätseinbuße erleidet, so kann man zwar schon durch starkes Aufbiegen den Widerstand des Spanes vernichten, bestimmt aber dadurch, daß man den Span im Augenblicke des Entstehens abbricht. Die bei dem Eindringen des Keiles in das Material eintretende Abscherung (S. 236), welche die Widerstandsfähigkeit des Spanes gegen das Verbiegen wesentlich vermindert, kann daher durchaus nicht von vornherein als eine nutzlose Arbeit bezeichnet werden; sie kann sogar die Gesamtarbeit verkleinern, indem sie die Reibungsarbeit herabdrückt.

Es ist ferner bei einer stetigen Berührung der unteren Werkzeugfläche mit der oberen Fläche des Arbeitsstückes, wegen der Rauigkeit der Unterlage, der Widerstand gegen das Gleiten ohne Frage sehr viel größer, als wenn die Berührung nur an der Schneidkante allein, d. h. an einem sehr schmalen Streifen stattfindet. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig und ratsam, die Flächen unter einem gewissen Winkel gegeneinander zu neigen, also das Werkzeug  $A$  unter einen Winkel  $i$  (Fig. 279) gegen die Arbeitsfläche anzustellen (Anstellungswinkel), in welchem Fall der Zuschärfungswinkel  $\alpha + i$  dem Anstellungswinkel  $i$  den eigentlichen Schneidwinkel bilden. — Um das Werkzeug dabei nicht zu schwächen, muß der Winkel  $i$  klein genommen werden, nämlich bei Metall etwa 3 bis 4 Grad. — Über die zweckmäßigste Größe des Winkels  $\alpha + i$  und der Einzelwinkel herrschen noch auseinandergehende Ansichten, die auf Erfahrung begründet sind. Während eine sehr ausführliche und mit Genauigkeit angestellte Versuchsreihe z. B. ergeben hat<sup>1)</sup>, daß im Durchschnitt

1) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1865, S. 622; 1866, S. 206. — Dinglers Journ. 176, 431 318, 456.

für Schmiedeeisen	$\alpha = 51^{\circ}$ und $i = 3^{\circ}$ , also $\alpha + i = 54^{\circ}$
für Gußeisen	$\alpha = 51^{\circ}$ und $i = 4^{\circ}$ , also $\alpha + i = 55^{\circ}$
für Bronze	$\alpha = 66^{\circ}$ und $i = 3^{\circ}$ , also $\alpha + i = 69^{\circ}$

diejenigen Winkel bilden, bei denen der geringste Arbeitsaufwand stattfinden soll, erklärt man von anderer Seite diese Winkel für unzuweckmäßig, weil die Werkzeuge zu schnell ihre Schneide verlieren, d. h. stumpf werden. — (Die bei den verschiedenen Werkzeugen üblichen Winkel sind bei denselben nachzusehen.)

Die Arbeit der Reibung zeigt sich in der Erwärmung der Späne und der Werkzeuge und wächst natürlich mit der Zunahme des Einheitsweges also mit der Geschwindigkeit der Spanabnahme. Weil diese Erwärmung die Härte des Werkzeugs beeinträchtigt, so ist für eine Abkühlung des letzteren zu sorgen, da es unvorteilhaft ist, auf die Geschwindigkeit zu verzichten. Zu dem Zwecke dienen verschiedene Flüssigkeiten, namentlich Wasser, Seifenwasser, Öl und Petroleum, welche je nach dem Erwärmungsgrade an der Arbeitsstelle in der Form von Tropfen oder Strahlen über das Werkzeug laufen und die Wärme aufnehmen. Mitunter z. B. beim Bohren tauchen die Werkzeuge vollständig in die Kühlflüssigkeit ein, welche ununterbrochen durch- oder vorbeifließt. Man hat auch die Werkzeuge hohl hergestellt und durch durchströmendes Wasser oder durchgeblasene Luft gekühlt. — Von großem Vorteil ist daher die Verwendung von sog. Schnellstählen<sup>1)</sup> aus Spezialzahl (S. 13), weil diese Werkzeuge selbst bei sehr hohen Wärmegraden die Schnittfähigkeit nicht einbüßen. Infolge dieser Eigenschaft gestatten diese Stähle, in richtiger Weise hergestellt, eine sehr bedeutende Steigerung der Schnittgeschwindigkeit und somit der Leistungsfähigkeit der betreffenden Werkzeugmaschinen. Wenn auch über die zulässige Schnittgeschwindigkeit und die erreichbare Leistungsfähigkeit die Versuche noch nicht abgeschlossen sind, so wird man wohl nicht mit der Annahme fehlgehen, daß die Anwendung von Schnellstählen die Leistungsfähigkeit durchschnittlich verdoppelt unter der Voraussetzung genügend kräftiger Bauart der Maschinen. Dabei ist ferner der besondere Vorteil eines ununterbrochenen Schnittes hervorzuheben, weil bei einer ununterbrochenen Tätigkeit ein nachteiliger Einfluß infolge des Temperaturwechsels bemerkt ist. Die Anfertigung und Behandlung der Schnellstähle ist verschieden je nach der Stahlzusammensetzung, im allgemeinen aber wird das Werkzeug durch Schmieden in der Kirschrotglühhitze geformt, dann bei derselben Wärme nachgewärmt, mit aufwärts gerichteter Schneide an der Luft abgekühlt und endlich geschliffen.

In den vorstehenden Betrachtungen wurde stillschweigend vorausgesetzt, daß die Lage der Schneide rechtwinklig zu der Bewegungsrichtung steht. Nimmt man jedoch den Fall, daß (Fig. 280) die Schneide  $a b$  mit der Kraft- richtung eine um den Winkel  $\beta$  von dem rechten Winkel abweichende Lage besitzt, so ist leicht nachzuweisen, daß, wenn der Zuschärfungswinkel  $\alpha$  ist, der nun zur Wirkung kommende Schneidwinkel  $\alpha_1$ , gemessen in der Ebene  $x x$  der Kraft- richtung, kleiner als der Zuschärfungswinkel sein muß und zwar nach der Beziehung:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \beta.$$

Ist hiernach z. B. der Winkel  $\alpha = 54^{\circ}$  und der Winkel  $\beta = 30^{\circ}$ , so ist

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = 1,376 \cdot 0,866 = 1,1916$$

also

$$\alpha_1 = 50^{\circ}.$$

1) Ztschr. f. Werkz. 1902, S. 1, 33, 73, 528; 1904, S. 162, 194.

Der Winkel  $\alpha_1$ , welcher der reduzierte Zuschärfungs- oder Schneidwinkel genannt werden mag, muß, weil er kleiner ist als der wirkliche Schneidwinkel ist, das Schneiden wesentlich erleichtern, aus welchem Grunde schräg stehende Schneiden sich als höchst nützlich erweisen. — Außerdem haben sie noch einige andere Vorteile. Zunächst fließt der Span besser ab. Bei den rechtwinklig stehenden Schneidkanten muß sich der Span so aufrollen, daß die Spankanten in zwei parallelen Ebenen sich befinden (Fig. 281 A). Bei den schräg gestellten Kanten dahingegen gleitet der Span auch seitwärts ab und bildet je nach der Größe des Ablenkungswinkels mehr oder weniger schraubenartig gewundene Späne, Fig. 281 B, C, D. Ein zweiter Vorteil liegt noch darin, daß die Schneide bei dem ersten Angriffe nicht auf ihrer ganzen Länge gleichzeitig,

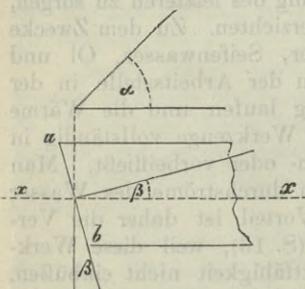


Fig. 280.

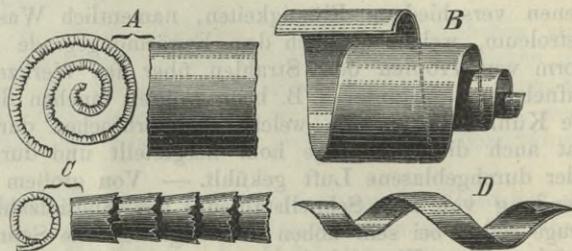


Fig. 281.

sondern allmählich zur Wirkung gelangt, wodurch der Stoß wesentlich abgeschwächt wird. — Wird ein schneidendes Werkzeug während des Vordringens in das Material zugleich in der Richtung der Schneide bewegt, also der bekannte, bei weichem Material besonders geübte sog. gezogene Schnitt ausgeführt, so tritt ebenfalls die Wirkung des reduzierten Winkels ein, und zwar deshalb von besonderem Erfolg, weil hierbei der Neigungswinkel  $\beta$  sehr erheblich auszufallen pflegt.

Besonders wichtig ist die schräg gestellte Schneide für die Holzbearbeitungswerkzeuge, wenn sie quer gegen die Fasern wirken sollen, weil dann der Schnitt besonders glatt wird. Steht nämlich die Schneide rechtwinklig zur Druckrichtung, so faßt sie eine Reihe Holzfasern und drängt sie, wegen der großen Nachgiebigkeit des dahinter liegenden Materials gemeinschaftlich zurück. Tritt dann eine Trennung ein, so ist diese stets mit dem Herausreißen einiger Fasern und mit einem Abreißen anderer verknüpft. Ist dahingegen die Schneide schräg gestellt, so veranlaßt die Druckkraft unwillkürlich eine Seitenbewegung in der Schneidrichtung, also ein geringes Schieben.

Desgleichen ist bei der obigen Darlegung über die Beziehung des Schneidwinkels zu der Wirksamkeit des Werkzeuges die Schneidkante als eine geradlinige angenommen worden, in einer Ebene rechtwinklig zur Bewegungsrichtung. Es lassen sich aber leicht Fälle denken, in denen es zweckmäßig erscheint, der Schneidkante eine andere, z. B. polygonale oder kreisförmige Gestalt zu geben. Auch hier läßt sich unter wiederholter Anwendung der oben entwickelten Sätze die Wirkungsweise leicht darstellen. Treten z. B. zwei Schneiden *a* und *c* unter einem Winkel  $\gamma$  (Fig. 282 A) zusammen, so bilden die Winkel *m a n* und *n c o* die Zuschärfungswinkel jeder Schneide, wenn die Zuschärfung von innen erfolgt, was aus leicht einzusehenden Gründen allein zulässig ist. Der Span bekommt die Gestalt eines dreieckigen Prismas, wovon zwei Seiten an

dem Werkzeuge herstreifen müssen, damit das Prisma sich abhebt. Die Folge davon ist eine Querszusammenstauchung, welche um so größer wird, je kleiner der Winkel  $\gamma$  ist. Das Abfließen des Spanes ist daher bedeutend gehemmt und deshalb die Anwendung von Werkzeugen mit polygonaler Schneidlinie nur in den Fällen zulässig, wo ein sehr nachgiebiges Material vorhanden ist, z. B. Holz, oder wo kein volles Prisma, sondern nur zwei unter einem Winkel  $\gamma$  zusammenhängende Späne weggenommen werden sollen. — Bildet man jedoch die schneidenden Kanten nur dadurch, daß man ein massives dreieckiges Prisma schräg zur Achse abschneidet, so findet ein Abfließen des Spanes verhältnismäßig gut statt, weshalb diese aus dreieckigen Prismen gebildeten Werkzeuge häufig als sogenannte Spitzstähle (Fig. 282 B) Verwendung finden, obgleich die Schneidwinkel ungünstig sind.

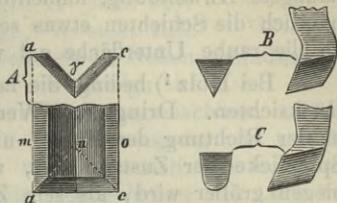


Fig. 282.

Ist die Schneidlinie nach einem Bogen gekrümmt, so läßt sie sich auffassen als eine Schneide aus unendlich vielen, kleinen, zusammenstoßenden, geraden Schneidlinien. Bildet dann eine innere Fazette die Zuschärfung, ist also das Werkzeug rinnenförmig, so findet das Abfließen nur geläufig statt, wenn der Krümmungshalbmesser der Schneidlinie ziemlich groß ist. — Wird dahingegen die Schneidkante hergestellt durch Abschragen eines massiven Zylinders, so kann nur die untere runde Kante als Schneide angenommen werden, weil an den Seiten aufwärts der Winkel sehr bald die günstige Größe überschreitet. Dennoch stehen diese Werkzeuge in der Metallverarbeitung (als Rundstähle, Fig. 282 C<sup>1</sup>) vielfach in Benutzung.

Schon S. 242 wurde darauf hingewiesen, daß die Kraft zur Abnahme eines Spanes in geradem Verhältnisse mit dessen Breite und in quadratischem mit dessen Dicke zunimmt. Aus diesem Grunde soll man eher breite als dicke Späne abzuschälen suchen, um so mehr, als die Dicke überhaupt bald begrenzt wird, wenn nicht zur Herbeiführung der nötigen Festigkeit das Werkzeug zu schwer und zu plump werden soll. Namentlich ist bei den Werkzeugen der Werkzeugmaschinen die Spandicke ein sehr wichtiger Faktor. Im allgemeinen darf ein Metallspan die Dicke von 1 bis 2 mm nicht überschreiten. Wenn es sich demnach um die Beseitigung einer dickeren Schicht handelt, z. B. um die Schicht *a b c d* des Arbeitsstückes *A* (Fig. 283), so muß diese in weitere Parallelschichten und wenn diese, der Breite wegen, ebenfalls nicht auf einmal weggehoben werden können, in Querschichten nach den Linien *m n* zerlegt werden, so daß bei jedem Angriffe nur ein Prisma *a m o*, *m o p* etc. beseitigt wird. Das Werkzeug, welches dann eine Breite gleich der Breite *a m* dieses Prisma haben muß, hebt letzteres so ab, daß es längs der Seite *m o* abreißt. — Die Einteilung der Schichten läßt sich offenbar aber auch so treffen, daß die Späne seitwärts abgehoben werden, nach den Linien *e o*, *p q*, *r s* etc. (Fig. 283 B). In beiden Fällen sind die Trennungsflächen, also die Widerstände und die Trennarbeiten gleich. Im letzteren Fall jedoch kann das Werkzeug gewöhnlich eine in bezug auf seine Festigkeit

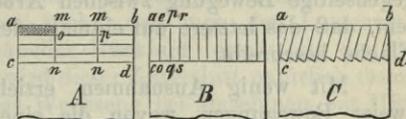


Fig. 283.

1) Polyt. Zentr. 1869, S. 1433; 1874, S. 1143. — Masch.-Konstr. 1869, S. 85.)

günstigere Gestalt erhalten, indem es in der Bewegungsrichtung sehr breit wird, weshalb diese Methode, dickere Schichten durch Teilung fortzunehmen, die häufigste Anwendung, namentlich in der Art, findet, wie Fig. 283 C zeigt, daß nämlich die Schichten etwas schräg liegen, weil dann ein Anstreifen des Spanes an die raue Unterfläche *c d* vermieden wird.

Bei Holz<sup>1)</sup> bedingt die faserige Struktur in bezug auf die Spandicke andere Rücksichten. Dringt das Werkzeug an der Hirnfläche in das Holz ein, also in der Richtung der Fasern und löst diese in Spänen ab, so tritt bei gewisser Spandicke der Zustand ein, wo der Widerstand des Spanes gegen das Aufbiegen größer wird, als sein Zusammenhang mit dem Holzkörper selbst. Infolgedessen eilt dann gewissermaßen die Abtrennung der Schneide voraus, namentlich dem Faserlauf folgend. Ein solcher Vorgang, der das Spalten (*Fendre, Cleave, Split, Slit*) oder auch das Splitttern heißt, wird zwar in manchen Fällen absichtlich herbeigeführt (Holzspalten zur Erzeugung von Schachtelspänen, Resonanzböden etc.), gewöhnlich aber auf das Peinlichste verhindert. Das Spalten und Aufreißen kann vermieden werden entweder durch Abnahme sehr dünner Späne, die verhältnismäßig sehr breit sein dürfen, oder durch einen Druck auf die Spanoberfläche, der die Holzsubstanz gewissermaßen zwingt, sich dem schneidenden Werkzeuge darzubieten, oder endlich durch eine so große Geschwindigkeit des Werkzeuges, daß die Abtrennung in so kurzem Zeitraume geschieht, daß die Nachbarfasern nicht in die Wirkung hineingezogen werden können. — Aus letzterem Grunde namentlich erhalten die Werkzeuge der Holzbearbeitungsmaschinen oft so außerordentlich große Geschwindigkeiten.

Damit ein schneidendes oder scherendes Werkzeug zur Wirkung gelangt, muß es in bezug auf das Arbeitsstück eine relative Bewegung bekommen, die entweder mit der Hand des Arbeiters direkt oder mit Hilfe eines schlagenden oder stoßenden Hilfswerkzeuges oder durch tierische und Elementarkraft mittelst Maschinen hervorgebracht wird, in welchem letzteren Falle der ganze Apparat eine Werkzeugmaschine<sup>2)</sup> (*Machine-outil, Machine-tool*) ist. — Diese gegenseitige Bewegung zwischen Arbeitsstück und Werkzeug muß so beschaffen sein, daß das letztere auf einmal oder nach und nach die ganze zu bearbeitende Fläche beschreibt.

Mit wenig Ausnahmen erzielt man dies Resultat durch Vereinigung zweier Bewegungen, wovon die eine in der Längenrichtung des Spanes, die andere in der Querrichtung stattfindet. Die erste, welche diejenige Geschwindigkeit bedingt, die durch die Schnitlänge oder Spanlänge gemessen wird, heißt die Arbeitsbewegung. Die zweite dahingegen, welche durch die Spanbreite bestimmt wird, heißt Schaltbewegung, weil man sie durch Schaltwerke hervorbringt. Beide Bewegungen können periodisch wiederkehrende oder stetige (Dauerschaltung) sein. Im ersten Fall geschehen sie ruckweise durch Klinkwerke usw. (Sprungschaltung). Oft findet eine Vereinigung beider Bewegungsarten in der Weise statt, daß die eine Bewegung ruckweise, die andere ununterbrochen vor sich geht. Bezeichnet man der Kürze halber mit A das Arbeitsstück und mit W das Werkzeug, so sind folgende Hauptbewegungsverteilungen möglich:

<sup>1)</sup> Masch.-Konstr. 1871, S. 174; 1872, S. 27. — <sup>2)</sup> Fischer, Die Werkzeugmaschinen. 2. Aufl. Berlin 1905. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1901, S. 1597; 1902, S. 344, 458; 1903, S. 387, 698, 1740; 1904, S. 416, 545, 1627; 1905, S. 945. — Masch.-Konstr. 1899, S. 150. — Ztschr. f. Werkz. 1903, S. 129.

- |      |                                  |   |                    |
|------|----------------------------------|---|--------------------|
| 1. A | macht die Arbeitsbewegung,       | W | die Schaltbewegung |
| 2. W | „ „ Arbeitsbewegung,             | A | die Schaltbewegung |
| 3. W | „ „ Arbeits- und Schaltbewegung, | A | steht still        |
| 4. A | „ „ Arbeits- und Schaltbewegung, | W | steht still.       |

Aus diesen Hauptverbindungen ergeben sich des weiteren die Nebenverbindungen, je nachdem die einzelnen Bewegungen periodische oder stetige sind.

Von hervorragender Bedeutung ist bei den Werkzeugmaschinen selbstverständlich die Geschwindigkeit, mit welcher die Arbeitsbewegung von statten geht. Bei der Bestimmung und Wahl derselben muß man sich von mehreren Rücksichten leiten lassen. Zunächst kommen die Eigenschaften des Arbeitsmaterials in Betracht, sofern z. B. harte Stoffe (Stahl) nur geringe Geschwindigkeiten zulassen, während weniger harte (Messing) bedeutende Geschwindigkeiten gestatten. Die eigentümliche faserige Beschaffenheit des Holzes fordert sogar für saubere Bearbeitung außerordentlich große Geschwindigkeiten. Dann beansprucht die Wirkungsart der arbeitenden Werkzeuge, je nachdem dieselbe geradlinig oder drehend erfolgt, die Konstruktion des Gestelles, selbst die Größe und Aufstellung der Maschinen, die Dicke der Späne Beachtung bei der Wahl der Geschwindigkeit, die im allgemeinen möglichst groß d. h. so groß sein soll, daß sich die Werkzeuge nicht übermäßig erwärmen und die Genauigkeit der Arbeit gesichert bleibt, was wieder zur Voraussetzung hat, daß das Werkzeug nicht zittert oder schnarrt. Es ergibt sich daraus, daß dieselbe Werkzeugmaschine in vielen Fällen mit verschiedenen Geschwindigkeiten zu arbeiten hat und demgemäß mit Vorrichtungen auszustatten ist, welche bedeutenden Geschwindigkeitswechsel ermöglichen. Damit z. B. auf einer Drehbank die Arbeitsbewegungsgeschwindigkeit dieselbe bleibt, ist die Umdrehungszahl des Werkstückes dem Durchmesser desselben anzupassen; bei der Fräsmaschine soll die Umdrehzahl der Frässpindel sich umgekehrt dem Durchmesser der Fräse ändern lassen usw. An zahlreichen Werkzeugmaschinen bedient man sich daher der Wechselläder oder der Riemenkegel zur Hervorbringung dieser Wechsel.

Die wiederkehrenden Bewegungen setzen sich aus Arbeitsgang und Leergang zusammen und bedingen selbstredend einen erheblichen Zeitverlust während der Arbeit, den man dadurch auszugleichen sucht, daß man der Leergangsbewegung eine größere Geschwindigkeit (schneller Rücklauf) erteilt, als der Arbeitsgangbewegung. — Vollständig beseitigt wird dieser Zeitverlust natürlich durch Vermeidung des Leerganges, indem man das Werkzeug bei Maschinen mit Hin- und Herbewegung in beiden Richtungen arbeiten läßt. Vor allem erklärt sich aber hieraus das Bestreben, an Stelle der Hin- und Herbewegung die stetige Bewegung (Drehbewegung) einzuführen, wie u. a. vielfach aus diesem Grunde die Fräsmaschine andere Maschinen verdrängt hat. — In den weitaus häufigsten Fällen erfolgt der Antrieb der Werkzeugmaschine mittelst Riemenvorgelege von einer allgemeinen Transmissionswelle und zwar gewöhnlich unter Einschaltung eines Deckenvorgeleges und Anwendung von Stufenscheiben. Die Hin- und Herbewegung wird dabei entweder direkt durch offene und gekreuzte Riemen, oder indirekt durch Kurbeltriebe (Exzenter, Krummzapfen, mit Kurbelschleifen etc.) oder Umkehrungsmechanismen der verschiedensten Art in Verbindung mit Räder-, Zahnstangen- oder Schneckengetriebe hervorgebracht.

Da die Benutzung des elektrischen Stromes zur Arbeitsübertragung die Anlage umständlicher Transmissionen entbehrlich macht und damit eine große Freiheit in der Aufstellung der Werkzeugmaschinen schafft, so wird immer mehr dem Antriebe der letzteren einzeln oder in kleinen Gruppen von Elektromotoren der Vorzug vor gewöhnlichen Transmissionen gegeben, indem man die Drehbewegung derselben mittelst Schnecken-, Räder- oder Riemenvorgelege auf die

Werkzeugmaschinen überträgt. Bei den drehend zur Wirkung gelangenden Werkzeugen (Bohrer, Fräser, Schleifscheiben usw.) sowie bei Drehbänken etc. besteht die zweckmäßigste Anordnung des elektrischen Antriebes darin, daß man den Elektromotor unmittelbar mit der Drehachse (Spindel) der Werkzeugmaschine kuppelt, was allerdings einen Wechsel in der Umlaufzahl des Elektromotors zur Voraussetzung hat und zwar ohne Änderung der Stromspannung, um die Anlage möglichst einfach zu gestalten. Besondere Ausführungen der Elektromotoren gestatten einen Wechsel in den Umdrehungen in dem Verhältnisse 1:2 oder 1:2:3:6 oder 1:1,5:2:3 und selbst in zwölf Abstufungen bei 80—300 Umläufen in der Minute. Durch Zuhilfenahme von Vorgelegen ist dann jede beliebige Umdrehung herzustellen<sup>1)</sup>. In ähnlicher Weise, aber fast nur bei sehr großen Werkzeugmaschinen, stehen Dampfmaschinen unmittelbar damit in Verbindung. Bedarf das arbeitende Werkzeug zur Überwindung großer Widerstände entsprechend großer Kraftzufuhr und wirkt dasselbe dabei naturgemäß mit geringer Geschwindigkeit, so empfiehlt sich zum Betriebe solcher Maschine die Anwendung von Druckwasser, wodurch die wichtige Klasse der hydraulischen Werkzeugmaschinen<sup>2)</sup> sich ausgebildet hat. — In anderen Fällen verwendet man zum Betriebe von Werkzeugen Druckluft<sup>3)</sup>.

Die bedeutenden Vorteile, welche die Werkzeugmaschinen darbieten, indem sie infolge der zwangläufigen Bewegung der Werkzeuge oder der Werkstücke in bestimmten geometrischen Bahnen die genaueste Bearbeitung mit geringstem Aufwand an Arbeit, Zeit und Material gewährleisten, sind jedoch bedingt durch die sorgfältigste Herstellung derselben und durch ihre Anpassung an die vorliegenden Aufgaben. In bezug auf die Herstellung ist besonders zu betonen, daß genaue Arbeit nur möglich wird, wenn während des Betriebes der Maschine alle Teile unwandelbar in ihrer gegenseitigen Lage verharren, also richtig geformt, bemessen, gelagert, geführt, zusammengestellt und aus Materialien angefertigt sind, welche die geringste Abnutzung in Aussicht stellen. — Bezüglich der Anpassung an die Aufgaben lassen sich zwei sich ergänzende Wege erkennen: entweder richtet man die Werkzeugmaschinen so ein, daß jede einzelne einen möglichst umfangreichen Wirkungskreis gewinnt, d. h. befähigt ist, Arbeitsstücken von den verschiedensten Formen und Größen die gewünschte Ausarbeitung zu geben, wie es z. B. die gewöhnliche Hobelmaschine und Drehbank vermag, oder man beschränkt den Wirkungskreis erheblich, indem man die Werkzeugmaschine nur für eine einzige Aufgabe bestimmt, z. B. nur zur Anfertigung von Schrauben, nur zum Fräsen von Radzähnen, nur zum Hobeln von Blechkanten, zum Abdrehen von Eisenbahnwagenrädern usw. Beide Wege werden eingeschlagen; dabei hat der erste die allgemeine Anordnung der Werkzeugmaschinen geliefert, welche als Grundformen gelten dürfen, während der zweite Weg zu den, namentlich für die Groß- und Massenfabrikation unentbehrlich gewordenen, daher ebenso wichtigen Spezialmaschinen geführt hat, die stetig, aber ausschließlich in Anlehnung an die Grundformen weiter ausgebildet werden<sup>4)</sup>.

Der Hauptaufgabe der Werkzeugmaschinen, die Handarbeit möglichst vorteilhaft in bezug auf Schnelligkeit und Genauigkeit in der Bearbeitung zu ersetzen, entspricht naturgemäß auch das Bestreben, die Einrichtung derselben derart zu treffen, daß tunlichst wenig Handarbeit zur Bedienung etc. erforderlich wird. Viele Arbeitsstücke z. B. verlangen zur Vollendung die Bearbeitung

1) Ztschr. d. V. d. Ing. 1899, S. 113; 1900, S. 1189; 1904, S. 85; 1905, S. 1021. — Masch.-Konstr. 1898, S. 2; 1899, S. 41. — Dinglers Journ. 309, 146. — 2) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1888, S. 941. — Dinglers Journ. 271, 439. — 3) Ztschr. d. V. d. Ing. 1904, S. 185. — Dinglers Journ. 317, 37. — Ztschr. f. Werkz. 1902, S. 488. — 4) Elfes, Moderne Arbeitsmethoden im Maschinenbau. Berlin 1896.

mit verschiedenen Werkzeugen in rascher Reihenfolge, wozu entweder verschiedene Werkzeugmaschinen dienen können, oder wozu eine einzige Werkzeugmaschine ausreicht, wenn sie die erforderlichen Werkzeuge der Reihe nach anzuwenden gestattet. Statt nun diese Werkzeuge mit der Hand auszuwechseln, bringt man sie zweckmäßig in einem besonderen Träger in der Weise an, daß je nach Stellung des letzteren das betreffende Werkzeug in Tätigkeit tritt. Dadurch sind die mit zahlreichen Werkzeugen versehenen Drehscheiben entstanden, welche, um eine passende Größe gedreht, das in Tätigkeit tretende Werkzeug an die richtige Stelle des Arbeitsstückes bringt (Stahlwechsel, Drehkopf, Revolverkopf, Revolverscheibe).<sup>1)</sup>

In manchen Fällen können auch die Arbeitsstähle, an festen Stellen gehalten, gleichzeitig auf einander folgend in Tätigkeit treten, so daß dann ein Werkzeugträger mit mehreren Werkzeugen ausgestattet wird z. B. der Werkzeugträger einer Drehbank mit Vor- und Nachdrehstahl. — Um gleiche Arbeit an verschiedenen Stellen eines Arbeitsstückes gleichzeitig vornehmen zu können, erhalten die Werkzeugmaschinen mehrere gleiche Werkzeuge in einzelnen Trägern, die passend gestellt, sich an das Arbeitsstück heran rücken lassen, z. B. Bohrmaschinen mit mehreren Bohrern. — Der Arbeitskreis der Werkzeugmaschine wird auch dadurch bedeutend erweitert, daß man sie transportabel, also befähigt macht, zum Arbeitsstück gebracht zu werden, namentlich um den mitunter sehr schwierigen oder unmöglichen Transport der Arbeitsstücke zu vermeiden, ohne auf die Vorteile der Werkzeugmaschine verzichten zu müssen. Unter Anwendung der biegsamen und Gelenkwellen, namentlich aber des elektrischen Stromes und der Druckluft haben sich die tragbaren und fahrbaren Werkzeugmaschinen zu einer weiteren wichtigen Gattung dieser Maschinen ausgebildet.

## II. Scherende Werkzeuge und Werkzeugmaschinen.

Da die eigentümliche faserige und höchst ungleichartige Beschaffenheit des Holzes die Methode der Trennung nach dem Begriffe der Abscherung fast vollständig ausschließt — (es sind nur Lochmaschinen zum Ausstoßen der Löcher in den hölzernen Stuhlsitzen im Gebrauch<sup>2)</sup>) —, so können auch hier nur solche scherende Wirkungen in Betracht gezogen werden, welche Verwendung bei Metallarbeiten finden.

Die Natur der scherenden Wirkung<sup>3)</sup> verlangt, daß das abzuscherende Metall zwischen zwei Körper gebracht wird, welche sich gegeneinander bewegen und auf beiden Seiten des Arbeitsstückes so zum Angriffe kommen, daß sie einen Teil desselben von dem anderen parallel zu sich selbst abtrennen. Hierbei ist zunächst erforderlich, daß die beiden Teile des scherenden Werkzeuges so nebeneinander herstreifen, daß die schneidenden Flächen sich nahezu berühren. Wenn die schneidenden Flächen sich dabei als offene Linien (gerade oder wenig gebogene) projizieren, so heißen die Werkzeuge Scheren (S. 250); ist dahingegen die Projektion eine geschlossenen Linie (Kreis, Ellipse, Viereck, Polygon etc.), so mögen sie Lochwerkzeuge genannt werden (S. 259). — Ein anderes unterscheidendes Merkmal zwischen Scheren und Lochwerkzeugen besteht auch darin, daß die Scherschneiden nach und nach, die Schneiden der Lochwerkzeuge aber, mit wenig Ausnahmen, auf der ganzen Länge gleichzeitig zur Wirkung gelangen.

<sup>1)</sup> Ztschr. d. V. d. Ing. 1897, S. 733. — <sup>2)</sup> Dinglers Journ. 250, 257. — <sup>3)</sup> Ztschr. d. V. d. Ing. 1888, S. 74, 97.

## A. Scheren.

Die zwei sich gegeneinander bewegenden Teile a, b (Fig. 284) der Schere (Cisaille, Cisoire, *Shear*), die Blätter (Scherschblätter, Backen, Lames, Mâchoires, Tranchants, *Blades*, *Shear-blades*) treten mit einer Fläche auf das

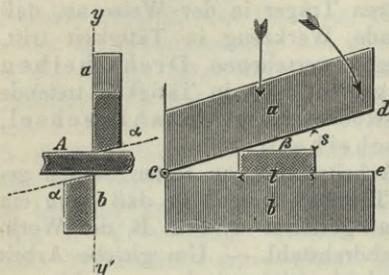


Fig. 284.

Arbeitsstück A, welche, aus auf Seite 241 entwickelten Gründen, gegen die Bewegungsebene  $yy'$ , um einen Winkel  $\alpha$  geneigt ist, der gewöhnlich  $75-80^\circ$ , in seltenen Fällen von beiden Blättern verschieden, z. B. an dem Unterblatt b  $80^\circ$  und an dem Oberblatt a  $50-55^\circ$  beträgt. Die Blätter a und b nähern und entfernen sich nun von einander entweder in einer Bogenbewegung um c oder gradlinig auf und nieder, wobei es offenbar für die Wirkung gleichgültig

ist, ob beide Blätter sich gegeneinander bewegen oder ob eins derselben festliegt. Nach obiger Bewegungsart unterscheidet man Bogenscheren und Parallelscheren, oder da die ersteren stets direkt als Hebel zur Wirkung gebracht werden und die letzteren eine Rahmenführung haben müssen, Hebelscheren und Rahmenscheren. Außerdem können die Blätter kreisrunde Scheiben bilden, die wie die Walzen (S. 191) durch Drehung um ihre Achsen in Wirksamkeit treten und dieser Form entsprechend Kreisscheren genannt werden.

In bezug auf die Wirkung der Scherschneiden ist zunächst allgemein hervorzuheben, daß dieselben auf der ganzen Länge zugleich zum Angriff kommen und eine höchst ungünstige stoßartige Wirkung ausüben würden, wenn sie eine parallele Lage hätten. Zur Vermeidung dieser Stoßwirkung erhalten

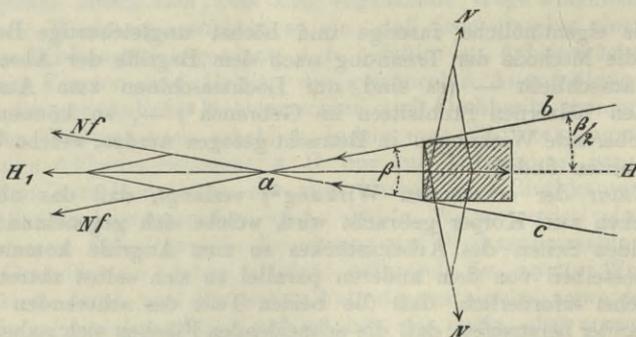


Fig. 285.

daher die Schneiden stets eine durch den Winkel  $\beta$  (Scherenwinkel, Kreuzungswinkel) gemessene Neigung, weil dadurch die Schneiden nicht nur nach und nach, sondern auch mit geringerer Kraft zum Angriffe gelangen. Während die parallele Lage nur den Kraftweg gleich der Dicke  $\delta$  des Arbeitsstückes nötig macht, ist der Kraftweg bei geneigter Lage um  $s$  (Fig. 285) größer, so daß, wenn im ersten Fall  $K$ , im zweiten Fall  $K_1$  die mittlere Druckkraft bedeutet, die Gleichung stattfindet:

$$K \delta = K_1 (\delta + s), \text{ also } K_1 = K \frac{\delta}{\delta + s}$$

Das Wegstück  $s$  hängt aber ab von der Schnittlänge, also der Breite  $l$  des Arbeitsstückes und von dem Winkel  $\beta$ , unter welchem die Schneiden sich kreuzen, denn es ist  $s = l \operatorname{tg} \beta$ , also auch

$$K_1 = K \left( \frac{\delta}{\delta + l \operatorname{tg} \beta} \right).$$

Wenn der Scherenwinkel  $\beta$  einerseits also ein Mittel darbietet, die Druckkraft zu vermindern, so darf er doch andererseits nicht so groß sein, daß das Arbeitsstück aus dem Scherenmaul herausgeschoben wird. Wie Fig. 285 erkennen läßt, ist die herauschiebende Kraft die den Winkel  $\beta$  halbierende Resultierende

$$H = 2 N \sin \frac{\beta}{2}.$$

Die entgegenwirkende Kraft  $H_1$  resultiert dahingegen aus der Reibung  $f N$  an den beiden Scherblättern, so daß  $H_1 = 2 f N \cdot \cos \frac{\beta}{2}$ . In der Gleichgewichtslage ergibt sich daher

$$H_1 = H \text{ oder } 2 f N \cdot \cos \frac{\beta}{2} = 2 N \sin \frac{\beta}{2} \text{ also } f = \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$$

d. h. der Reibungskoeffizient  $f$  ist gleich der Tangente des halben Scherenwinkels und dieser selbst gleich dem doppelten Reibungswinkel; da nun letzterer etwa  $11^\circ$  beträgt, so wird das Herausschieben verhindert, wenn  $\beta = 20^\circ$  gewählt ist. — Hieraus ergibt sich nun auch die Größe der Kraft  $K_1$  für jedes  $\delta$  und  $l$ , indem

$$K_1 = K \left( \frac{\delta}{\delta + 1.0,36} \right).$$

Die Hebelscheren sind entweder nach dem Prinzip des zweiarmigen oder des einarmigen Hebels konstruiert.

Bei der ersteren Konstruktion werden die Blätter  $a, b$  (Fig. 286 A) über den Drehbolzen  $c$  hinaus verlängert, also mit Griffen (Branches, *Handles*)  $d, e$  versehen, welche zusammengedrückt das zwischen  $a, b$  befindliche Metall abscheren. Bei den kleinen Scheren dieser Art geschieht das Zusammendrücken durch Umspannen der Griffe mit der Hand (Handschere<sup>1</sup>), *Cisailles à main*, *Handshears*, *Snips*). Die Blätter haben dann eine Schneidlänge (*Cut*) bis zu 90 mm, während die Länge der Griffe etwa das 4- bis 5fache der Blattlänge beträgt. — Wenn der Handdruck nicht mehr zur Überwindung des Widerstandes ausreicht, so wird der obere Griff  $d$  noch verlängert und der untere Griff  $e$  abwärts gebogen (Fig. 286 B), um entweder im Schraubstocke eingespannt oder bleibend in einem Blocke befestigt zu werden (Stockschere, Bockschere, *Cisaille à banc*, C. à bras, C. à levier, *Bench shears*, *Stock shears*).

— Wird ein einarmiger Hebel der Konstruktion zugrunde gelegt, so befindet sich der Drehbolzen  $c$  (Fig. 286 C) am äußersten Scherenende und das obere

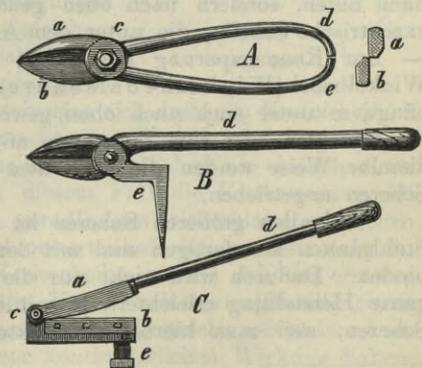


Fig. 286.

<sup>1</sup> Masch.-Konstr. 1872, S. 84; 1878, S. 75. — Engineering 1881, S. 210. — Dingers Journ. 228, 18; 245, 473; 248, 470; 258, 203. — Ztschr. f. Werkz. 1904, S. 352.

Scherblatt *a* in Verbindung mit dem Griffe *d*. Da diese Schere ausschließlich als Stockschere angewendet wird, so hat das untere Blatt *b* nur einen Ansatz *e* zum Festhalten im Schraubstocke oder in einem Holzstocke, oder das Scherblatt selbst wird seitwärts an einer Werkbank befestigt (Tafelschere). Die größere mechanische Vollkommenheit der einarmigen Hebelchere liegt zunächst darin, daß man während der Arbeit wegen der festen Lage des unteren Scherblattes nicht, wie bei der zweiarmigen Schere — wo das obere Scherblatt festliegt — das Arbeitsstück zu heben nötig hat; sodann wird, unter sonst gleichen Umständen, der Druck auf den Drehbolzen kleiner, dieser dadurch dauerhafter und die Reibungsarbeit geringer, und endlich hat die ganze Schere bei gleichen Hebelverhältnissen eine geringere Länge. Da die Blattlänge bei den Stockscheren bis 300 mm, selbst 350 mm geht, so ist eine zweiarmige Schere bei dem gebräuchlichen Hebelverhältnisse 1:5, also gleich 1800 bis 2100 mm, eine einarmige aber nur 1500 bis 1750 mm lang.

Für den Handbetrieb sind wegen ihrer großen Kraftäußerung vielfach Scheren mit kombinierten Hebeln konstruiert und in Anwendung gekommen.

Eine sehr beliebte Anordnung ist aus Fig. 287 ersichtlich. Das obere gekrümmte Scherblatt bewegt sich um den Drehbolzen *c* und wird von der Stange *s* gehörig gegen das untere festliegende Blatt *b* gedrückt. Dasselbe ist ferner durch das Gelenk *d* mit dem Krafthebel *ef* in Verbindung gebracht, so daß beim Niederbiegen des Hebels *ef* der Schnitt ausgeführt wird. —

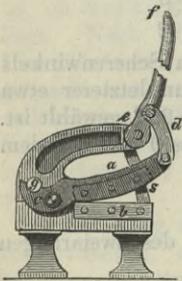


Fig. 287.

Bei den größten Scheren, die, wenn sie durch Elementarkraft betrieben werden, Maschinenscheren<sup>1)</sup> (*Machine à cisailer, Shearing machine*) [Wasserschere, Dampfschere] heißen, wird stets das untere Scherblatt festgelegt. — Um diesen Vorteil auch bei doppelarmigen Hebelchere (*Maulschere, Cisaille à queue*) zu erreichen, wird

das untere Blatt wie bei Fig. 286 C angeordnet, das obere Blatt über den Drehpunkt *c* hebelartig verlängert und dieser Hebel während der Arbeit nicht nach unten, sondern nach oben gedrückt und zwar in der Regel durch eine exzentrische Scheibe, die unter dem Arme auf einer sich drehenden Welle liegt. — Zur Raumersparung konstruiert man diesen Hebel sehr zweckmäßig als Winkelhebel (*Winkelhebelschere*), wovon der eine Schenkel vertikal abwärts hängt, mitunter auch nach oben gewendet ist. Der Antrieb erfolgt dann durch ein Exzenter oder eine Zugstange mit Kurbel, oder durch Däumlinge. — Auf dieselbe Weise werden die nach dem Prinzip des einarmigen Hebels gebauten Scheren angetrieben.

Bei allen größeren Scheren ist es ratsam, die Scherblätter als besondere Stahlplatten anzufertigen und mit den Scherenkörpern durch Schrauben zu verbinden. Dadurch wird nicht nur die Schärfung der Schere, sondern auch die ganze Herstellung erleichtert, ja mitunter allein möglich, z. B. bei sehr langen Scheren, weil man hierbei die Blätter sogar aus einzelnen kleineren Stücken

<sup>1)</sup> Hütte 1863, Taf. 4 d; 1867, Taf. 18. — Public. industr., VI. 63; XII. 64. — Jobard, Bulletin, Taf. 35, p. 326. — Berg- und Hüttenm.-Zeitg. 1866, S. 340. — Masch.-Konstr. 1879, S. 22; 1898, S. 89. — Hartig, Leistungen der Werkzeugmaschinen, Taf. I. — Petzoldt, Fabrikation des Eisenbahnmaterials, Taf. XIII. — Hauer, Hüttenwesenmaschinen, Taf. XXVI. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1888, S. 967; 1889, S. 780; 1891, S. 125; 1892, S. 1038; 1901, S. 629. — Dingers Journ. 127, 252; 155, 100; 217, 452; 224, 37; 244, 431; 248, 270; 258, 203; 267, 339, 499; 271, 396, 441; 273, 496; 309, 165; 316, 403. — Techn. Rundsch. 1900, S. 54; 1901, S. 10; 1902, S. 15, 22, 94; 1903, S. 5.

zusammensetzen kann, die sich leicht anfertigen und beim Härten gegen das Werfen bewahren lassen.

Bei den Hebelscheren mit geraden Schneiden ist der Scherenwinkel sehr veränderlich ( $90^\circ$  bei ganz geöffneten und  $0^\circ$  bei geschlossenen Scheren). Da aber zum Fassen des Arbeitsstückes der Scherenwinkel von bestimmter Größe ( $20^\circ$ ) sein muß und diese nur bei einer Stellung der Blätter gegeneinander vorhanden sein kann, so ist die Folge davon, daß dickere Stücke erst in größerer Entfernung vom Drehpunkte gefaßt werden können, als dünnere, weil diese Entfernungen proportional den Dicken des Arbeitsstückes sind. Hierdurch entsteht der Übelstand, daß die Schnitte um so viel kürzer ausfallen, als die Entfernung größer wird, und daß das Widerstandsmoment mit der Entfernung ebenfalls verhältnismäßig wächst, was um so nachteiliger wird, als der Widerstand bei dickeren Stücken schon an und für sich größer ist. — Zur Beseitigung dieses Übelstandes, d. h. zur Erzielung eines konstanten Scherenwinkels gibt es zwei Wege. Entweder werden die Scherenschneiden so gekrümmt, daß bei jeder Stellung derselben der Scherenwinkel die geforderte Größe beibehält, oder die Scherblätter erhalten eine Parallelbewegung.

Da die logarithmische Spirale eine Kurve von der Beschaffenheit ist, daß der Radius vektor mit der Tangente überall einen konstanten Winkel einschließt, so wird das obere Scherblatt, wenn es nach dieser Kurve gekrümmt ist, mit dem geraden unteren Blatte bei jeder Stellung einen konstanten Winkel bilden, wenn die Schneidkante dieses Blattes durch den Kurvenanfangspunkt geht. Deshalb ist es zweckmäßig, ein Blatt (am besten das bewegliche) oder beide Blätter nach dieser Linie zu krümmen. — Die Methode, statt der logarithmischen Spirale einen flachen Kreisbogen zu nehmen, ist nur für ganz kurze Scheren zulässig. — Bei den in Fig. 286 C und Fig. 287 gezeichneten Scheren sind gekrümmte Schneiden angebracht.

Eine zweite Kurve, welche dieselben Bedingungen erfüllt, ist die Kreislinie, da jede Sekante in gleichem Abstände vom Mittelpunkte mit der Kreislinie am Schnittpunkte auch einen gleichen Winkel einschließt.

Verwandelt man daher das obere Scherblatt in eine sich drehende Kreisscheibe<sup>1)</sup> und führt das Arbeitsstück unter dem entsprechenden Winkel, also in gehöriger Entfernung vom Mittelpunkte gegen die Scheibe, so wird ebenfalls ein Schneiden unter konstantem Winkel erfolgen. Da in diesem Fall die Fortbewegung des Arbeitsstückes mit oder auf dem unteren geradlinigen Scherblatte geschehen muß, diese Bewegung aber umständlich und unvorteilhaft ist, so setzt man an die Stelle dieses geraden Blattes auch eine Kreisscheibe, welche sich der ersteren entgegengesetzt dreht. Dadurch entstehen die Kreisscheren [Cisaille circulaire, C. cylindrique, *Rotary shears*, *Circular shears*<sup>2)</sup>], welche neben dem konstanten Scherenwinkel noch den Vorteil einer kontinuierlichen Wirkung haben.

Ist bei einer Kreisschere (Fig. 288) a der Eintrittspunkt des Arbeitsstückes, so ist der halbe Scherenwinkel  $\alpha$  gleich dem Zentriwinkel  $am_n$ , und ist c der Schnittpunkt der beiden Kreise, so ist der Tangentenwinkel  $\beta$  am Punkte c

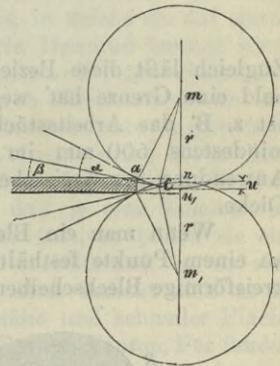


Fig. 288.

<sup>1)</sup> Ztschr. f. Werkz. 1900, S. 271. — <sup>2)</sup> Hütte 1863, Taf. 4. — Armengaud, Publ. ind. XIII. 418. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1862, S. 589; 1867, S. 9; 1872, S. 227. — Masch.-Konstr. 1871, Taf. 63, S. 184. — Berl. Verh. 1860, S. 230. — Dingers Journ. 164, 23; 249, 438; 260, 252. — Ztschr. f. Werkz. 1900, S. 271.

gleich dem Winkel  $\epsilon m n$ . — Hieraus läßt sich eine Beziehung zwischen dem Scheibradius und der Dicke  $\delta$  des zu schneidenden Arbeitsstückes und ebenfalls die Größe  $u$  herleiten, um welche die Scheiben übereinander greifen müssen.

Es ist nämlich

$$\delta = n n_1 = 2 r \cos \beta - 2 r \cos \alpha$$

$$\text{oder } \delta = d (\cos \beta - \cos \alpha).$$

Ferner ist der Übergriff

$$u = 2 r - 2 r \cos \beta = d (1 - \cos \beta).$$

Da nun erfahrungsgemäß  $\beta = 4^\circ$  und  $\alpha = 12^\circ$  genommen werden kann, so ergibt sich

$$\delta = d (\cos 4^\circ - \cos 12^\circ) = 0,019 d$$

oder abgerundet

$$\delta = \frac{1}{50} d$$

und

$$u = d (1 - \cos 4^\circ) = d \cdot 0,024$$

oder abgerundet

$$u = \frac{1}{400} d.$$

Zugleich läßt diese Beziehung erkennen, daß die Anwendung der Kreisscheren bald eine Grenze hat wegen der schwierigen Herstellung der Schneidscheiben. Ist z. B. das Arbeitsstück 10 mm dick, so muß der Scheibendurchmesser schon mindestens 500 mm im Durchmesser haben. Demnach beschränkt sich die Anwendung der Kreisscheren auf das Zerschneiden von Blechen bis etwa 15 mm Dicke.

Wenn man ein Blechstück zwischen die Kreisschere bringt und dasselbe an einem Punkte festhält, so dreht es sich zugleich um diesen Punkt, wodurch kreisförmige Blechscheiben entstehen (Rundscheidmaschine, *Circle cutter*).

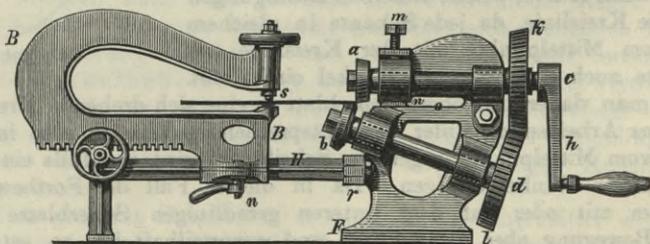


Fig. 289.

— Eine für dünnes Blech bestimmte Kreisschere ist in Fig. 289 ansichtlich gezeichnet. Die Scherblätter  $a$  und  $b$  sitzen an den beiden Wellen  $a c$  und  $b d$ , welche um  $20$  bis  $30^\circ$  gegeneinander geneigt (um ein Sperren des abgeschnittenen Blechstückes zu vermeiden), durch die beiden Kegelräder  $k$  und  $l$  miteinander in Verbindung gebracht sind und durch die Handkurbel  $h$  die erforderliche entgegengesetzte Bewegung erhalten. Zur Geradföhrung des Bleches dient ein Lineal, welches in der Aussparung  $n o$  des Gestelles über einer Querstange liegt und zugleich auch die Breite der abzuschneidenden Streifen regelt. Die Schraube  $m$  bezweckt die richtige Einstellung der Scheiben vermittelt einer

entsprechenden Verschiebung, welche die Welle *ac* oder das Lager durch dieselbe um einen Drehbolzen erhalten. — Vor den Scherblättern ist ferner die Vorrichtung zum Rundschneiden angebracht, deren wesentlicher Teil die Körnerspitze *s* ist, welche durch eine Schraube gegen das Blech gepreßt wird und dadurch den Mittelpunkt der rund zu schneidenden Blechtafel festlegt. Um die Lage des Mittelpunktes dem durch die Entfernung *sa* bestimmten Halbmesser anpassen zu können, befindet sich der Körner in dem Bügel *BB*, der sich auf dem Prisma *H* verschieben und durch die Klemme *n* festhalten läßt. Notwendig ist noch, daß die Spitze *s* seitwärts von der Vertikalebene liegt, welche durch die Achsen der Wellen *ae* und *bd* geht, und zwar um die Größe der halben Sehne, welche die Schneidscheiben durch den Übergriff gemeinschaftlich haben, damit die Linie, welche parallel der Wellenachse durch die Spitze *s* gezogen, auch durch den Schnittpunkt *c* (Fig. 288) geht. Liegt die Spitze *s* in der Achse, so ist ihre Entfernung von dem Eintrittspunkte *c* größer als die Entfernung bis zur Vorderfläche der Scherscheiben: das Blech muß sich stauchen; ist der Punkt *s* aber zu weit abgerückt, so entsteht ein Ziehen und infolgedessen ein unsauberer Rand mit Grat. Die Einstellung dieses Punktes fordert eine geringe Drehbeweglichkeit des Prismas *H* in der Befestigungshülse *r* am Gestelle und am Fuße *F*. Die Schraube *r* stellt das Prisma fest, wobei ein angebrachter Zeiger die Lage desselben angibt. Zur leichteren Verstellung des Bügels ist unter diesem eine Zahnstange angebracht, in welche ein auf einem zweiten Fuße sitzendes Triebrad eingreift, das durch ein Handrad bewegt wird. An den Rundschneidmaschinen ist öfters noch ein Ovalwerk<sup>1)</sup> zum Schneiden elliptischer Scheiben (Ovale) vorhanden. — Bei größeren Maschinen dieser Art liegen die Wellen gewöhnlich parallel und werden durch Riemen etc. angetrieben. Auch ist dann oft ein auf Rädern vor den Scheiben herlaufender Tisch zum Tragen des Arbeitsstückes vorhanden. — Sind auf zwei parallelen Wellen mehrere (6 bis 12) Schneidscheiben so angebracht, daß je eine Scheibe der einen Welle zwischen zwei Scheiben der anderen Welle faßt, so bilden sie ein System von Kreisscheren, welches ein eingeschobenes Arbeitsstück in so viel Streifen zerschneidet, als Scheiben vorhanden sind. Man bedient sich u. a. dieser Maschine zur Herstellung dünner Quadrateisenstäbe und schmaler Flacheisenstäbe (geschnittenes Eisen, Schneideisen, Fenton, Fanton, Fer fendu, *Slitted iron*), indem man eine etwa 100 mm breite und 10 m lange, flache, gewalzte Schiene in glühendem Zustande eintreten läßt, die dann fingerartig in Stücke gespalten wieder austritt (Eisenspaltwerk, Schneidwerk, Machine à fendre le fer, Fenderie, *Slitting rollers*, *Slitters*<sup>2)</sup>).

Ein wichtiger Vorteil der Kreisschere liegt, außer in der stetigen Bewegung, den Hebelscheren gegenüber auch noch in der großen Geschwindigkeit, mit der sie sich dreht, und darin, daß das Widerstandsmoment konstant bleibt. — Die Zahl der Umdrehungen einer Schere von etwa 200 mm Blattdurchmesser kann 45 bis 50 per Minute betragen, und bei 150 mm Durchmesser sich wohl auf 100 steigern, so daß im ersten Fall eine Schnittgeschwindigkeit von über 31 m, im zweiten Fall von über 47 m in der Minute vorhanden ist.

Der konstante Scherenwinkel entsteht endlich in dem Fall, wo sich Scherblätter mit geraden Schneiden geradlinig in Führungen gegeneinander be-

<sup>1)</sup> Deutscher Bericht der Wiener Ausstellung, Gruppe XIII. 2. Sektion S. 75. — Dinglers Journ. 236, 22; 237, 103. — <sup>2)</sup> Polyt. Zentr. 1862, S. 787; 1872, S. 227. — Dinglers Journ. 165, 99.

wegen (Parallelschere, Rahmenschere, Guillotinschere [Cisaille à guillotine, *Parallel-shears*, *Guillotine shears*<sup>1)</sup>).

Bei diesen Scheren liegt ein Blatt fest, während sich das andere, gewöhnlich das obere, auf und nieder bewegt. — Je nach Größe und Bestimmung ist sowohl Führung als Bewegungsantrieb verschieden. Bei Scheren mit kurzen (bis 600 mm langen) Schneiden genügt in der Regel ein Führungsschieber, der an den Seiten an Linealen (Schwalbenschwanz), welche zugleich ein Austreten aus der Bewegungsebene verhindern, geleitet wird und nur an einer Stelle, über der Mitte, den Antrieb durch Krummzapfen, Kurbel, Hebel etc. erhält. — Sind die Schneiden dahingegen über 600 mm lang, so würde bei einem

Antriebe das große Widerstandsmoment am Ende der Schneiden Klemmungen erzeugen. Deshalb muß hier der Antrieb an zwei Stellen, an den beiden Enden erfolgen. Statt des Schiebers ist dann jedoch ein geführter Querbalken erforderlich, dessen Gewicht zweckmäßig durch ein Gegengewicht ausgeglichen wird. — Bei den größeren Scheren entsteht wegen des Transportes der Arbeitsstücke usw. zwischen

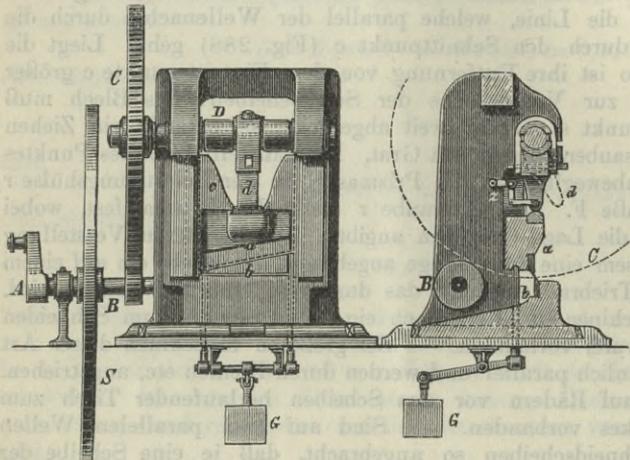


Fig. 290.

Fig. 291.

den Schnitten ein Verbrauch an Zeit, während welcher die Schere außer Tätigkeit gesetzt werden muß. Man benutzt diese Zeit gewöhnlich, um dem zu diesem Zwecke vorhandenen Schwungrad eine große lebendige Kraft zuzuführen, welche nachher auf den Schnitt verbraucht wird. Deshalb findet die Bewegungsauslösung an dem schweren Scherblade selbst statt, indem dieses außer Verbindung mit der Antriebsvorrichtung gebracht wird.

Von den zahlreichen Konstruktionen der größeren Parallelscheren mögen hier zwei zur Erläuterung des Vorhergehenden näher beschrieben werden.

In Fig. 290 und 291 ist eine Schere mit kurzen Blättern für Dampfbetrieb — durch eine oszillierende Dampfmaschine — gezeichnet. Das obere Scherblatt a sitzt an dem Schieber c, welcher durch die Schubstange d niedergedrückt und durch das Gegengewicht G in die Höhe geschoben wird; das untere Scherblatt b dahingegen liegt fest. Die Schubstange d erhält ihre Bewegung durch den Krummzapfen an der Welle D, und diese wird durch die Zahnräder C, B von A in Drehung versetzt. Wie die Fig. 291 zeigt, setzt

1) Hütte 1856, Taf. 19; 1858, Taf. 39; 1861, Taf. 18 K. n.; 1862, Taf. 12 b; 1865, Taf. 23; 1871, Taf. 6. — Wiebe, Skizzenbuch, Heft 20, Taf. 1 u. 2. — Zeitschr. d. V. d. Ing., 1862, S. 585; 1888, S. 941; 1889, S. 199; 1891, S. 125; 1892, S. 1038. — Jobard, Bulletin, Taf. 35, p. 327. — Armengaud, Publ. ind. XII, p. 66; XIII, p. 416. — Petzoldt, Taf. III u. IV. — Dingers Journ. 107, 250; 127, 252; 224, 37; 244, 431; 248, 270; 267, 339, 499; 271, 396, 441; 273, 496; 309, 165; 316, 403. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 71, 307; 1898, S. 297; 1899, S. 152; 1901, S. 264; 1902, S. 134, 486; 1904, S. 47, 416.

sich die Schubstange d ohne feste Verbindung auf den Schieber c; wird sie daher in die punktierte Lage nach vorn gerückt, so bewegt sie sich in der Luft: die Schere bleibt durch das Gegengewicht geöffnet stehen, bis die Stange d wieder in die erste Lage verschoben wird. Zur Bewegung dieser Schubstange dient ein Winkelhebel, der durch z angedeutet ist. Die Anordnung dieser Schere bietet den besonderen Vorteil, daß man beliebig lange Arbeitsstücke einschleiben kann, weil das Scherengerüst rahmenartig ist. Das Schwungrad S ist auf der Arbeitswelle A festgekeilt.

Eine Schere mit sehr langen Blättern zum Schneiden großer, starker Bleche und mit doppeltem Antriebe durch zwei Schubstangen d d ist in Fig. 292 und 293 dargestellt. Die Blätter a und b sind bis 2200 mm lang. Das obere Blatt a ist an dem Querbalken q befestigt, der in den Führungen ff gleitet und von dem Gegengewichte G getragen wird. Auch hier setzt eine oszillierende Dampfmaschine D die Schere in Tätigkeit, vermittelt der Zahnräder m, n und o, wovon n und o auf kurzen Wellen sitzen, welche die Exzenter r, s und

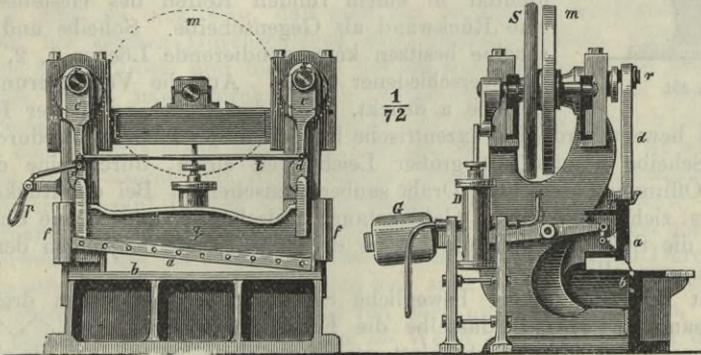


Fig. 292.

Fig. 293.

durch diese die Schubstangen d, d bewegen. Die Auslösung beider Stangen geschieht durch den Handhebel p und die Stange t, wie ohne Erklärung aus der Figur hervorgeht. Um die lebendige Kraft für einen neuen Schnitt zu sammeln, ist ebenfalls auf der Mittelwelle eine Schwungrad S angebracht. Bei einer anderen Ausführung dieser langen Scheren erfolgt die Bewegung des Blattes durch zwei Zugstangen, welche von einer Riementransmission aus mittelst Krummzapfen oder Exzenter angetrieben werden, die unten im Gestell untergebracht sind.

Da das Scherblatt selbst der sehr großen Scheren nur einen verhältnismäßig kleinen Weg zu durchlaufen aber mitunter bedeutende Widerstände zu überwinden hat, so eignet sich bei großen Scheren als Bewegungsmittel besonders Druckwasser, weshalb solche Scheren sehr oft als hydraulische Scheren ausgeführt werden, und zwar zum Schneiden von Blechen bis 60 mm Dicke und 2 m Länge, sowie von Eisenstäben bis 300 mm Dicke. — Für kurze Scherblätter (Fig. 290) genügt die Anbringung eines Preßzylinders, wie bei den Pressen S. 178 und 179 beschrieben ist; für lange Scherblätter (Fig. 293) sind zwei Preßzylinder zweckmäßiger. — Die hydraulischen Pressen werden dabei oft von einem Elektromotor angetrieben.

Wenn die Scheren Arbeitsstücke zerteilen sollen, bei denen die zwei an die Schneiden sich anlegenden Flächen nicht gerade sind, sondern krumm oder

gebrochen, z. B. Rundstäbe, Winkeleisen, Formeisen etc., so muß man die Scherblätter entsprechend profilieren, damit sie das Arbeitsstück nicht verderben. Für runde Stäbe erhalten beide halbrunde Ausschnitte, für Winkeleisen bekommt das obere Blatt dreieckige Einschnitte, das untere dreieckige Erhöhungen usw.<sup>1)</sup> (Form-Scheren). Hierher gehören auch die Drahtscheren<sup>2)</sup>, welche aus zwei runden Platten bestehen, die entweder an der Peripherie Einschnitte oder auf der Fläche durchgebohrte Löcher verschiedener Größe haben. Der in den Einschnitten liegende,

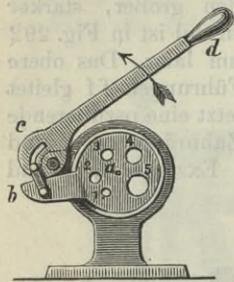


Fig. 294.

oder durch die Löcher gesteckte Draht wird abgeschert, wenn sich die Scheiben gegeneinander, z. B. durch Drehung, verschieben. Entweder dienen dazu Griffe wie bei den Zangen oder Scheren, oder auch ein Hebel. Besonders zweckmäßig sind diese Werkzeuge zum Abschneiden der Stehbolzen, um deren vorstehende Enden auf gleiche Höhe zu bringen<sup>3)</sup>. Eine Konstruktion dieser Art von Scheren ist in nebenstehender Figur 294 zur Ansicht gebracht. Die runde Stahlscheibe a liegt drehbar in einem runden Reifen des Gestelles gegen eine Rückwand als Gegenscheibe. Scheibe und Gegenscheibe besitzen korrespondierende Löcher 1, 2, 3, 4, 5 von verschiedener Größe. Auf die Verlängerung b der Scheibe a drückt, wenn der Hebel cd in der Richtung des Pfeiles bewegt wird, das exzentrische Ende c dieses Hebels, hierdurch dreht sich die Scheibe a, um mit großer Leichtigkeit einen, durch eine der vorhandenen Öffnungen gesteckten Draht sauber abzuschneiden. Bei der Rückdrehung des Hebels zieht eine kleine Gelenkstange zwischen c und b die Scheibe a wieder in die Stellung, daß die Löcher der Scheibe mit denjenigen der Rückwand zusammenfallen.

Setzt man das obere, bewegliche Scherblatt aus einzelnen dreieckigen Teilen zusammen, so daß dasselbe die Form einer Säge  $\nabla \nabla \nabla \nabla \nabla$  darbietet, während das untere Scherblatt geradlinig bleibt, so drängen die einzelnen Zacken die abgeschnittenen Metallstreifen unter Streckung derselben vor sich her und legen sie ebenfalls in eine Zickzackform. Wird nun die Scherenbewegung derart abgemessen, daß die abgeschobenen Streifen an den oberen Dreieckspunkten nicht von dem Blech abgetrennt werden und dann bei jedem folgenden Schnitt das Blech um die Streifenbreite vor und zugleich um die halbe Länge eines Scherenteiles parallel der Schere seitwärts verschoben, so reihen sich diese Streifen in der Form viereckiger Maschen zu einem Gitter zusammen, welches unter dem Namen Streckmetall oder Blechgitter vielfach, namentlich zur Herstellung von Betonplatten, zu Sieben etc. Verwendung findet.

## B. Lochwerkzeuge und Lochmaschinen.

Ein Lochwerkzeug kann als eine in sich zurückkehrende Schere betrachtet werden, bei welcher das eine Blatt an dem anderen so hinstreift, daß sie sich umhüllen. Es kommt hierbei, mit seltenen Ausnahmen, sodann die Schneide auf der ganzen Länge zugleich zum Angriffe. — Das eine Blatt verwandelt

1) Dinglers Journ. 195, 298. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 307; 1899, S. 152; 1904, S. 416. — 2) Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1857, S. 150; 1861, S. 237. — Polyt. Zentr. 1862, S. 247; 1869, S. 1480. — Dinglers Journ. 163, 174. — Deutsch. Gew.-Ztg. 1858, S. 275; 1862, S. 34. — 3) Dinglers Journ. 182, S. 83. — Deutsch. Bericht über die Wiener Ausstellung, Gruppe XIII, Sektion II, S. 70.

sich dadurch in ein stempelartiges Prisma, das andere in eine entsprechend durchlöchernde Scheibe.

Der prismatische Körper, der je nach seiner Verwendung Durchschlag, (*Découpoir*, *Emporte-pièce*, *Poinçon à découper*, *Punch*) Ausschlageisen, Ausschlagpunzen, Durchbrechmeißel, Lochstempel, Schneidstempel, Drücker, Mönch heißt, wird über die, gewöhnlich durch einen Körner (S. 75) angedeutete Stelle des Arbeitsstückes gebracht und mit einem Hammer durchgeschlagen, oder durch eine machinale Vorrichtung durchgedrückt, so daß sich das abgetrennte Metallstück (*Putzen*, *Découpure*, *Débouchure*, *Burr*) vor demselben her in die Unterlagscheibe (*Lochring*, *Lochscheibe*, *Matrize*, *Perçoir*, *Bolster*) — wozu sehr häufig auch das Loch auf der Amboßbahn dient — schiebt.

Im ersteren Fall wird der Durchschlag entweder, namentlich wenn er klein ist, mit der Hand gehalten, und heißt dann *Handdurchschlag* wenn er auf glühendem Metalle, und *Bankdurchschlag* wenn er auf kaltem Metalle gebraucht wird. Die Gestalt desselben geht aus Fig. 295 hervor. Der Hauptkörper *a* muß so dick sein, daß man ihn bequem in der Hand halten kann und daß bei kleinen Durchschlägen kein Prellen entsteht, während die Aufsatzfläche *b* die Größe und die Form des zu erzeugenden Loches besitzt (runde, viereckige, flache usw. Durchschläge). Oder derselbe wird mit einem Stiele versehen wie bei dem Setzhammer S. 182 (*Stieldurchschlag*). Die zu dem Durchschlage gehörende Lochscheibe *c* (Fig. 295) ist eine stählerne oder eiserne mit Stahl belegte, Platte, welche gewöhnlich eine größere Anzahl Löcher von verschiedener Größe und Gestalt — den vorhandenen Durchschlägen entsprechend — enthält, die sich nach unten erweitern, um die Putzen bequem durchzulassen. — Beim Durchschlagen sehr dünner Bleche kann man sich statt der Lochscheibe auch einer Unterlage aus einer Legierung von Blei und Zinn bedienen, in welche die Putzen eingedrückt werden. — Wenn der scharfe Rand der Lochscheibe mit dem Rande des Durchschlages wie bei einer Schere zusammenwirken soll, so müssen die Dimensionen beider Teile gleich oder fast gleich (S. 211) sein. Infolgedessen muß das Aufsetzen des Durchschlages auch genau über dem Loche erfolgen, was aber, wegen der Undurchsichtigkeit des Materials, nur durch eine besondere Führung des Durchschlages schnell und sicher möglich ist. In der einfachsten Ausführung und für den Gebrauch mit dem Hammer bestimmt, gleicht das dieser Führung bestimmte Gerät dann dem S. 185 dargestellten Schlagwerke.

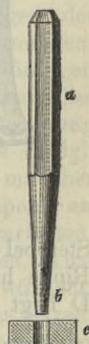


Fig. 295.

Gewöhnlich werden jedoch die Durchschläge, welche in Führungen gehen, nicht mehr durch Hammerschläge, sondern durch machinale Organe in Bewegung gesetzt. Dadurch entsteht die *Durchbruchmaschine*<sup>1)</sup> (*Durchschnitt*, *Durchstoß*, *Lochmaschine*, *Lochwerk*, *Découpoir*, *Coupoir*, *Machine à percer*, *M. à découper*, *M. à poinçonner*, *M. à déboucher*, *Punching machine*, *Cutting machine*), welche wegen der außerordentlich mannigfaltigen Anwendung in den verschiedensten Größen und Konstruktionen ausgeführt wird. — Da als Bewegungsart des Lochstempels in vielen Fällen die stoßartige, in anderen aber die drückende beliebt wird, so sind nicht nur die S. 173 beschriebenen Stoß-

<sup>1)</sup> Hütte 1862, T. 12 a b; 1868, T. 10. — Wiebe, Skizzenb. 1867, Heft 6. — Publ. ind. 1872, S. 525; 1880, S. 271. — Rev. ind. 1877, S. 35/81; 1878, S. 203; 1881, S. 315; 1883, S. 218. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1865, S. 290; 1891, S. 417; 1892, S. 1038. — Dinglers Journ. 137, 245; 148, 19; 170, 29; 174, 14; 199, 439; 224, 350, 369; 227, 29; 229, 564; 259, 11; 268, 351; 271, 440; 272, 272; 274, 569; 280, 30; 298, 145; 313, 14.

apparate, sondern auch die Druckwerke, Exzenterscheiben und Pressen mit wenig Abänderungen sämtlich für Durchbruchmaschinen in Anwendung. Um bei Lochstempeln auch die S. 249 hervorgehobenen Vorteile zu erlangen, ist der Vorschlag beachtenswert, den Stempel an seiner Aufsetzfläche nach einer Spiralfäche zu gestalten <sup>1)</sup>.

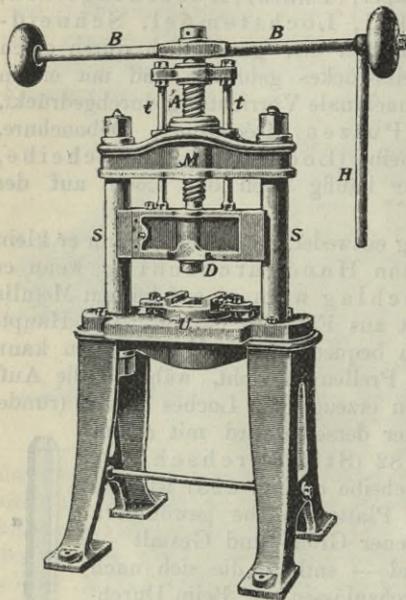


Fig. 296.

Für kleinere, mit der Hand betriebene Durchschnitte findet namentlich die Schraube in der S. 174 beschriebenen Anordnung als Schraubendurchschnitt (Fig. 296) Verwendung, wobei dann der Lochstempel in den Schieber D und die Matrize durch die vier Schrauben in dem darunter liegenden Teile gehalten wird. — In vielen Fällen ist das Gestell einseitig ausgeführt, um den Raum um den Stempel frei zu machen. — Zur Hervorbringung eines sehr großen Druckes mit der Hand, also um z. B. dicke Kessel- oder Brückenbleche zu lochen, ist die neben gezeichnete Verbindung der Schraube mit dem Kniehebel, Fig. 297 <sup>2)</sup> sehr empfehlenswert und gebräuchlich. In einem Hohlraum des Gestelles AB liegen die beiden Hebel ab und cd, welche ein Kniehebelsystem bilden, das sich oben gegen das Stück A stützt und, bei der Annäherung der Hebelarme a und c, den

Stempel C vor sich her schiebt. Die bei m und d eingelegten Zapfen und Ringe halten die Hebel fest und sichern sie gegen Verschiebung. Die Matrize D liegt in dem unteren Gestellstücke B und kann, wie auch der Stempel, aus-

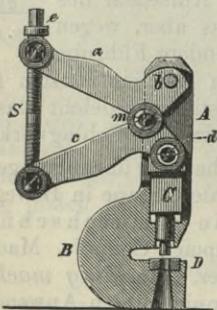


Fig. 297.

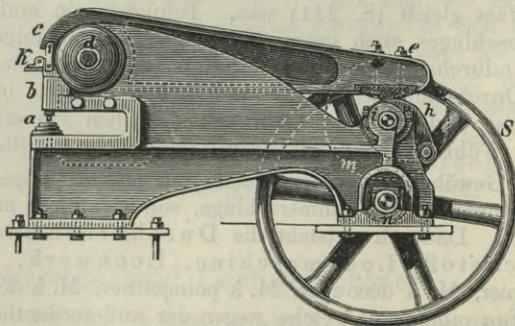


Fig. 298.

gewechselt werden. Die Annäherung der Hebel ab und cd bewirkt die Schraube S, welche ein linkes und ein rechtes Gewinde trägt, deren Muttern scharnierartig drehbar mit den Hebeln verbunden sind. Vermittelt eines Schlüssels oder Handrades, das bei e aufgesteckt wird, erhält S eine kraftvolle Drehung.

1) Dinglers Journ. 176, 437. — Deutsch. Gew.-Zeitg. 1865, S. 93. — 2) Dinglers Journ. 228, 494; 235, 419.

Ein sehr oft angewendetes Druckmittel für den Durchschnitt ist auch der Hebel, sowohl in einarmiger als zweiarmiger, in einfacher und zusammengesetzter Ausführung [Hebeldurchschnitt]<sup>1)</sup>, wie bei den Scheren.

Als Beispiel dieser Art Durchbruchmaschine ist in Fig. 298 eine Lochmaschine größter Gattung zum Lochen schwerer Bleche, eiserner Träger usw. geeignet<sup>2)</sup> vor Augen geführt. Der bei a sichtbare Lochstempel sitzt in einem Schieber b, welcher an dem kurzen Arme cd des Hebels cde hängt und durch Hebung des langen Hebelarmes de niedergestoßen wird, wenn ein Stahlkeil bei k zwischen Hebel und Stempel eingeschoben ist. Die Hebung von de wird hervorgebracht durch den Daumen h, welcher auf einer kurzen Welle sitzt, die durch das Zahnrad m und das Trieb n von einer zweiten Welle aus Drehung erhält. Ein Schwungrad S, welches beim Leergang lebendige Kraft aufammelt, gibt dieselbe im Augenblicke, wo der Stempel aufstößt, ab und fördert dadurch die Lochung wesentlich. Erwähnenswert ist noch, daß zur Verminderung der Reibung, der Daumen h am Ende eine Friktionsrolle und der Hebel bei e eine glatte Stahlage erhält, gegen welche jene Rolle wirkt.

Eine nähere Betrachtung der S. 251 erörterten Vorrichtungen zur Bewegung der Scherblätter ergibt leicht die Anwendung derselben Vorrichtungen zur Bewegung des Lochstempels. — Auch die hydraulische Presse ist als Druckmittel häufig zur Anwendung gekommen<sup>3)</sup>. — Mancherlei Anordnungen der Durchbruchmaschinen sind hervorgerufen durch ihre besonderen Bestimmungen. Namentlich sind sie in allen Fällen mit einem Schaltwerke zum selbständigen Vorschieben des Arbeitsstückes versehen, wenn eine große Anzahl Ausschnitte in großer Regelmäßigkeit aufeinander folgen sollen, z. B. bei der Anfertigung der runden Metallplatten, aus denen die Münzen geprägt, Kleiderknöpfe u. dgl. angefertigt werden, der Plättchen zur Herstellung der Stahlfedern, mancher Kettenlieder, Messer und Scherklingen, vielerlei Bestandteile an Lampen, an Schlössern usw., der oft zierlich durchbrochenen Bleche für Klempnerarbeiten, der Siebbleche, Darrbleche, beim Lochen von Brücken- und Kesselblechen, Ausstoßen der Sägezähne usw. In solchen Fällen ist es dann oft erwünscht, mehrere Stempel gleichzeitig von einer Betriebswelle aus in Tätigkeit zu setzen, und eine Anordnung zu treffen, daß die gestoßenen Löcher nach bestimmten Mustern entstehen<sup>4)</sup>. — Mitunter sind die Lochmaschinen so eingerichtet, daß sich zwei Stempel ineinander bewegen, um mittelst des zweiten Stempels aus dem durch den ersten Stempel ausgestoßenen Putzen noch eine Öffnung auszustößen<sup>5)</sup>. So werden z. B. zur Anfertigung sechseckiger Schraubenmuttern aus Stangen, deren Dicke gleich der Höhe der Mutter ist, Putzen als kurze sechseckige Prismen ausgestoßen, in welchen ein runder Stempel, der sich in dem sechseckigen niederschiebt, die Löcher zur Aufnahme der Gewinde hervorbringt. Durchlöchernte Scheiben, z. B. Blechknöpfe mit Löchern, Uhrkettenglieder etc. werden auf solche Weise mit einem Male fertig hergestellt.

1) Dingers Journ. 178, 14. — Deutsche Ind.-Zeitg. 1865, S. 397. — 2) Petzoldt, Fabrikation von Eisenbahnmateriel S. 74, Taf. XVI. — 3) Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1864, S. 221. — Dingers Journ. 172, 6; 175, 95; 178, 14; 240, 159. — Ztschr. f. Werkz. 1899, S. 153. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1866, S. 707; 1867, S. 785. — Hütte 1868, Taf. 32 b. — 4) Polyt. Zentr. 1866, S. 1425; 1870, S. 1302; 1871, S. 152. — Armengaud, Publ. ind. VII, 300; XVII, 370. — Heusinger v. Waldegg, Handbuch für Eisenbahntechnik, Bd. 4, T. XIX. — Petzoldt, Fabrikation von Eisenbahnmateriel, Taf. XV. — Dingers Journ. 305, S. 8. — 5) Hoyer, Bericht über die Wiener Ausstellung, S. 19.

### C. Scher- und Lochmaschinen.

Die Gleichartigkeit der Aufgaben einer Schere und Lochmaschine, der häufig eintretende Fall, daß beide Maschinen unmittelbar hintereinander bei einem Arbeitsstücke zur Verwendung kommen und die für den Betrieb des Werkzeuges übereinstimmende Bewegungsvorrichtung legen es nahe, diese beiden Maschinen miteinander so zu vereinigen, daß sie durch einen Antrieb in Tätigkeit gesetzt werden. Man hat deshalb sowohl Hebel- als Parallelschere mit Durchschnitten verbunden. Da aber die Vereinigung einer Parallelschere mit einem Durchschnitte die gebräuchlichste Konstruktion dieser vereinigten Scher- und Lochmaschinen<sup>1)</sup> ist, so mag die Beschreibung zweier zweckmäßiger Anordnungen hier genügen.

Die eine in Fig. 299 dargestellte Maschine dieser Art ist für den Handbetrieb eingerichtet und besitzt einen zusammengesetzten Hebel als Druckmittel. Man sieht bei A die Schere und bei B den Durchschnitt mit der Froschplatte.

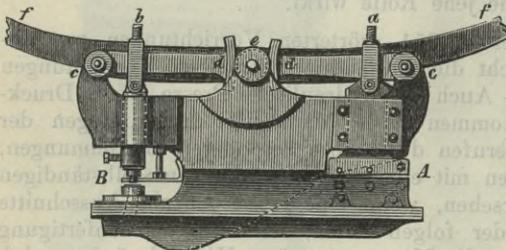


Fig. 299.

Sowohl das bewegliche obere Scherblatt als der Druckstempel sitzen an Schiebern, welche mit zwei Bügeln a und b an den Hebeln cd hängen. Jeder Hebel erhält bei c seinen Drehpunkt und bei d einen verzahnten Bogen. Zwischen diesen verzahnten Bögen befindet sich nun ein Zahnrad e, welches in beide Zahnradsegmente eingreift und durch längere Hebelarme ef gedreht wird, so daß

beim Niedergange des rechts gezeichneten Armes das Scherblatt nieder und der Lochstempel in die Höhe geht und umgekehrt. Die Anbringung zweier solcher Hebelarme gestattet nicht nur ein Arbeiten an beiden Seiten, sondern bewirkt auch eine Ausgleichung der toten Last, da der eine Arm das Gegengewicht zum anderen bildet.

In Fig. 300 und 301 ist dagegen eine Scher- und Lochmaschine gezeichnet, wie sie gewöhnlich für starke Bleche konstruiert werden. Fig. 300 stellt die Vorderansicht, Fig. 301 einen Vertikalschnitt dar. Das bewegliche Scherblatt a oder der Lochstempel b sitzen an den Schiebern c und d, welche eine Prismenführung haben und durch die Welle e auf- und niederbewegt werden. Zu dem Zwecke besitzt diese Welle an beiden Enden Zapfen o und i, welche exzentrisch, d. h. um den halben Schieberweg vom Wellenmittelpunkte, und gegeneinander um 180° gestellt sind. Diese Zapfen gehen durch ein Gleitstück s (Stein, in der Nebenfigur gezeichnet), welcher in einem horizontalen Schlitz der Schieberrückwand hin- und hergleitet und die Bewegung auf den Schieber überträgt. Die Welle e besitzt in der Mitte ein Zahnrad m, in welches das Trieb n eingreift, das auf der Welle qr sitzt, die endlich von der Riemenscheibe f in Umdrehung versetzt wird. Zwei Schwungräder dienen zu bekanntem Zwecke. Die Schere a steht im Grundrisse in einem Winkel von

<sup>1)</sup> Wiebe, Skizzenbuch, 1869, Heft 5; 1873, Heft 1 u. 2. — Masch.-Konstr. 1871, S. 220. — Hütte 1864, Taf. 21. — Jobard, Bulletin, Taf. 27, S. 49; Taf. 30, S. 250. — Publ. ind. 1854, S. 161; 1880, S. 271. — Rev. ind. 1883, S. 344. — Masch.-Konstr. 1877, S. 137; 1878, S. 70; 1879, S. 259; 1881, S. 137. — Dinglers Journ. 172, 4; 224, 103; 229, 503; 243, 293; 244, 431; 287, 125; 291, 121; 298, 177; 309, 165. — Techn. Rundsch. 1902, S. 22. — Ztschr. f. Werkz. 1899, S. 378.

45° gegen die horizontale Mittellinie der Maschine, wodurch der Raum nach beiden Seiten rechtwinklig zur Schere vollständig frei wird, so daß die längsten Stangen und schmale Platten ohne Hindernisse durchgeschnitten werden können. — Um Schere und Lochstempel ohne Stillstand der Maschine schnell

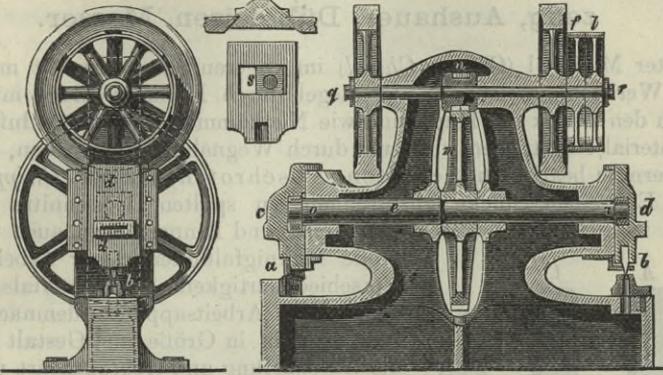


Fig. 300.

Fig. 301.

auszurücken, wird entweder ein Keil zwischen Stein und Schlitten eingelegt, der gelöst werden kann oder es wird die untere Lagerhälfte zum Wegziehen eingerichtet.

In bezug auf die Bestimmung der Leistung und des Arbeitsverbrauches an Scheren und Lochmaschinen sind bereits S. 239 die maßgebenden Faktoren im allgemeinen angegeben. Als Leistung der abscherenden Werkzeuge ist offenbar die Größe der, mit einer bestimmten Kraft während einer bestimmten Zeit, abgetrennten Fläche, und als Gesamt-Arbeitsverbrauch N die Summe der Bewegungsarbeit  $N_1$  und der Nutzarbeit  $N_2$ , also

$$N = N_1 + N_2$$

zu bestimmen. — Nach den Ermittlungen von Hartig<sup>1)</sup> läßt sich für Parallelscheren und Lochmaschinen die Bewegungsarbeit in Pferdestärken ausdrücken, durch die Formel:

$$N_1 = 0,1 + \frac{n\delta^2}{1000000}$$

wo  $\delta$  die Blechdicke und n die Anzahl der Schnitte in der Stunde ist. — Für die Nutzbarkeit gilt sodann die Formel:

$$N_2 = 3,71 F \alpha$$

wo F die stündliche Schnittfläche in qm und  $\alpha$  der Arbeitsverbrauch pro qmm Schnittfläche angibt. Zur weiteren Berechnung möge folgende Tabelle dienen:

Blechdicke	10	20	30	40 mm
Zahl der Schnitte pro Min.	10	9,2	8,3	7,5
Leergangsarbeit	$N_1 = 0,16$	0,32	0,55	0,82
Arbeitsverbrauch	$\alpha = 0,395$	0,540	0,685	0,830 m kg

Wird z. B. Blech von 30 mm Dicke gelocht mit einem Stempel von 35 mm Durchmesser d und 8,3 Schnitten pro Minute, so ist

$$N = 0,55 + 3,71 \cdot 1,045 \cdot 6,685 = 0,55 + 4,18 = 4,73.$$

Die Geschwindigkeit der Scheren und Lochstempel ist für Eisen auf 15 bis 20 mm pro Sekunde anzuordnen.

1) Hartig, Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen, S. 8 u. 51 etc.

### III. Schneidende Werkzeuge und Werkzeugmaschinen<sup>1)</sup>.

#### A. Meißel, Abschrot, Aufhauer, Stichel, Stemm- und Stechzeug, Aushauer, Dübeleisen, Messer.

Unter Meißel (Ciseau, *Chisel*) im engeren Sinne versteht man ein keilförmiges Werkzeug, welches in der Regel durch Hammerschläge mitunter auch nur durch den Druck der Hand und wie Niethämmer durch Druckluft (s. Nieten) in das Material eingetrieben wird, um durch Wegnahme von Spänen, Oberflächen von Körpern zu bearbeiten (Schroten, Abschroten, Buriner, *Chipping*), durch einfaches Eintreiben Stücke abzutrennen, zu spalten, Einschnitte zu machen, Öffnungen und Rinnen einzuhaueu usw. — Die große Mannigfaltigkeit dieser Arbeiten und die Verschiedenartigkeit des Materials fordern in dem ganzen Arbeitsapparate demnach eine große Zahl, sowohl in Größe und Gestalt als auch in der Zuschärfung und Gebrauchsart verschiedener Meißel.

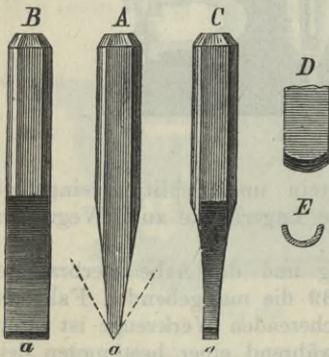


Fig. 302.

Der gewöhnliche Meißel des Metallarbeiters bildet ein sechs- oder achtkantiges Stahlprisma (Fig. 302), das an einem Ende schlank nach einem Winkel von 15 bis 30 Grad ausgeschmiedet und mit einer Schneide a versehen ist, die einen Winkel von 45 bis 70 Grad bildet und durch Anschleifen von beiden Seiten her erzeugt wird. In der Regel ist die Schneidekante geradlinig (Gerader Meißel, Flachmeißel, Burin, *Chipping chisel*) und ebenso

lang oder länger als das Prisma dick (Fig. 302 B). Hat der Meißel eine schmale Schneide (Fig. 302 C) so dient es namentlich zum Aushauen von Nuten, Furchen usw. und heißt Kreuzmeißel (*Bec d'aue, Cross-cutting chisel, Groover*). — In manchen Fällen wird die Schneide nach einem Bogen gekrümmt (Fig. 302 D), weil sie dann besser eindringt (Halbrunder Meißel). Zum Ausarbeiten halbrunder etc. Furchen erhält der Meißel ebenfalls halbrunde etc. Rinnen, so daß die Schneide in einer Ebene rechtwinklig zur Achse des Werkzeuges gebogen ist (Fig. 302 E; Halbmondmeißel, gebogener Meißel, *Gouge, Hollow chisel*). — Die Länge der Meißel, die höchst verschieden ist und sich nach der vorliegenden Arbeit richtet, überschreitet, wenn die Meißel mit der Hand gehalten werden (Kaltmeißel, Bankmeißel), selten 250 mm und ihre Breite nicht 36 mm. — Zum Abhauen (Abschroten) von Eisenstücken bedient man sich ebenfalls des Meißels und zwar in zweierlei Weise. Entweder steckt der Meißel, wie der Setzhammer (S. 182) auf einem Stiele (Stiel-

1) Hart, Werkzeugmasch., Heidelberg 1874. — Karmarsch, Katalog. Hannover 1870. — Hartig, Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen, Leipzig 1873. — Holzappel, Turning and mechanical manipulation. London 1843, 1846, 1850; Deutsch von C. Hartmann, Weimar 1856. — Hesse, Werkzeugmaschinen auf der Wiener Ausstellung, Leipzig 1874. — Hartmann, Werkzeugmaschinen auf der Weltausstellung in Chicago. Berlin 1894. — Pechan, Werkzeuge und Werkzeugmaschinen auf der Weltausstellung in Chicago. Wien 1894. — Elfes, Arbeitsmethode im Maschinenbau. Berlin 1896. — Fischer, Werkzeugmaschinen. 2. Aufl. Berlin 1905.

meißel), wird auf das Arbeitsstück gesetzt und mit dem Hammer eingetrieben, oder man legt das Arbeitsstück auf den die Schneide a nach oben kehrenden Meißel (Fig. 303) der mit einem Zapfen d in das Loch der Amboßbahn gesteckt wird, und schlägt mit einem Hammer auf dasselbe. In dieser Aufstellung heißt der Meißel Abschrot, (Tranche, *Anvil-chisel*). Mitunter, z. B. bei Nagelschmieden, befindet sich der Abschrot als selbständiges Werkzeug neben dem Ambosse wie das Sperrhorn in den Amboßstock eingesetzt (Blockmeißel, Stockmeißel, Nagelschrot, Hauer, Tranchet, *Nail-smiths chisel*) und mit einer Vorrichtung versehen, welche das Abhauen gleich langer Stücke unterstützt (Anschlag). Diese besteht in einem rechtwinklig aufwärts gebogenen Eisenstücke bc, das quer durch den Abschrot geht und in beliebiger Entfernung festgekeilt werden kann. Beim Gebrauche des Abschrotes und des Stielmeißels ist zu bemerken, daß man, um die Schneide nicht zu verletzen, das Eisen gewöhnlich nicht ganz durchhaut, sondern eine dünne Verbindung läßt, und die vollständige Trennung durch Umbiegen bewirkt.

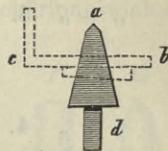


Fig. 303.

Treibt man den Meißel ganz durch das Metall (welches dann über einem Loche liegt), so wird letzteres durchlöchert, ohne daß Material weggenommen, also eine bemerkenswerte Schwächung veranlaßt wird. Man bedient sich daher dieses Verfahrens (Aufhauen) sehr oft zur Erzeugung von Löchern in glühendem Eisen, die nachher durch eingetriebene Dorne ausgebildet werden (Aufstreifen), z. B. von Löchern in Hämmern, Stielmeißeln etc. zur Aufnahme des Stieles, Schlitzern in Zangen, Keillöchern an manchen Maschinenteilen usw. Um in diesem Fall das Eindringen des Stielmeißels (Aufhauer, *Langue de carpe*, *Cutting chisel*) zu erleichtern, macht man die Schneide oft bogenförmig und den Meißel recht schlank. — Daß diese auf heißem Eisen gebrauchten Werkzeuge ebenfalls wie der Durchschlag nach jedem Gebrauche in kaltem Wasser abgekühlt werden müssen, mag noch angedeutet sein.

Wenn von Metallstücken kleine Teile mit großer Sicherheit in bezug auf ihre Begrenzung und mit Behutsamkeit fortzunehmen sind, z. B. beim Gravieren, Stempelschneiden, Ziselieren etc., so muß der unsichere Schlag des Hammers durch den sicheren Druck der Hand ersetzt und der Meißel klein und doch geschickt zum Anfassen gemacht werden. Solche Meißel, welche dann Stichel, (Grabstichel, Zeiger, Burin, *Graver*



Fig. 304.

*Sculper*, *Scoper*, *Scorper*) heißen, werden, weil die Form ihrer Schneiden sehr verschieden gestaltet sein muß, aus Stahlstäbchen von verschiedenen Querschnitten und etwa 88 bis 100 mm Länge durch Anschleifen von Fazetten hergestellt und mit einem bequem in der Hand liegenden hölzernen Hefte h versehen, wie Fig. 304 zeigt. Die schräge Fläche ab des Stichels, welche durch das Anschleifen entsteht, heißt das Schild oder die Kappe (Face, *Cannel*) und die Fläche oder Kante a c, welche mit der Kante die Schneide bildet, die Bahn (Ventre). Der Winkel, unter dem Bahn und Kappe zusammentreten, ist den Umständen angemessen, sehr verschieden und mißt 30 bis 90 Grad. Je nach dem Querschnitte und der Gestalt der Schneide erhalten die Stichel verschiedene Verwendung und Namen. Die gebräuchlichsten sind folgende:

Fig. 299. 1. Grabstichel (Burin, *Graver*). Querschnitt quadratisch oder rautenförmig. Die Bahn ist eine Kante, und die Schneide eine von 3 geraden Flächen gebildete Spitze.

- Fig. 299 2. Messerzeiger (Ongelette, *Knife-groover*), Querschnitt ein gleichschenkeliges Dreieck. Die Bahn einer Kante, also die Schneide eine scharfe Spitze.
- „ „ 3. Dreieckiger Stichel (*Cant-chisel*). Querschnitt, ein niedriges, gleichschenkeliges Dreieck. Die Bahn entweder eine Kante oder eine Fläche, die Schneide also eine Spitze, oder eine gerade Linie.
- „ „ 4. Spitzstichel (Burin à ventre convexe, *Spit-sticker*). Unterscheidet sich vom Messerzeiger nur durch die etwas ausgebauchten Seiten.
- „ „ 5. Flachstichel (*Échoppe plate, Flat sculper*). Querschnitt trapezförmig. Bahn die breite Seite. Schneide geradlinig.
- „ „ 6. Boltstichel (*Échoppe ronde, Round sculper*). Querschnitt trapezförmig mit einer bogenförmigen Seite als Bahn. Schneide scharf bogenförmig.
- „ „ 7. Rundstichel. Querschnitt ein Kreis. Schneide also bogenförmig.
- „ „ 8. Ovalstichel (*Stag-foot graver*). Querschnitt elliptisch mit der großen Achse nach oben gerichtet. Schneide daher scharf bogenförmig.
- „ „ 9. Fadenstichel. Querschnitt flach viereckig. Die Bahn eine Seite, die der Länge nach gefurcht ist. Schneide sägezahnartig.

In einzelnen Fällen finden die Stichel auch Anwendung in der Holzverarbeitung, z. B. Xylographie, weil die Arbeiten auf sehr hartem Holze mit derselben Sicherheit und Feinheit ausgeführt werden müssen, wie die Gravierarbeiten auf Metall.

Der Meißel des Holzarbeiters (Holzmeißel, Beitel, Eisen, Stemm- und Stechzeug) ist, wenn auch im Prinzip ganz und im Zwecke auch fast vollständig mit dem des Metallarbeiters übereinstimmend, infolge der Beschaffenheit des zu bearbeitenden Materials in der Konstruktion von demselben abweichend. Die geringere Widerstandsfähigkeit des Holzes läßt zunächst einen viel kleineren Schneidwinkel zu, indem derselbe mitunter nur 18 Grad beträgt und zwischen 18 und 35 Grad schwankt. Aus demselben Grunde kann die Querschnittsfläche des Meißels kleiner, er selbst also dünner und schlanker sein, was das tiefere Eindringen nicht nur begünstigt, sondern das Werkzeug selbst auch kleiner macht. — Es besteht daher der Holzmeißel (Fig. 305) gewöhnlich aus einer eisernen Klinge a, welche an einem Ende mit einem Stahlstück belegt ist, das zur Schneide c d ausgebildet wird, und an dem oberen Ende eine Verlängerung zur Aufnahme eines hölzernen Heftes b besitzt. Diese Verlängerung ist entweder eine spitzige Angel (Fig. 305 A), die in das Heft eingesteckt wird, oder, bei großen Meißeln, kegelartiges Rohr (*Douille, Socket*), welches das ebenfalls kegelartig endende Heft aufnimmt (Rohrmeißel). — Die Zuschärfung ist entweder einseitig, d. h. durch eine angeschliffene Fazette hervorgebracht, oder zweiseitig, so daß der Längenschnitt des Meißels ein sehr schlankes gleichschenkeliges Dreieck bildet. Da hierbei die Schneidkante entweder rechtwinkelig oder schief zur Werkzeugachse steht, geradlinig, krummlinig oder aus gebrochenen Linien gebildet sein muß, und da die Meißel in verschiedenen Größen vorhanden sind, so gibt es in den Werkstätten der Holzarbeiter eine große Zahl dieses wichtigen Werkzeuges, welche, wenn sie in Aufeinanderfolge der Größe einer Gattung angehören, einen Satz bilden.

Der Stechbeitel (*Ciseau, Chisel*; Fig. 305 A) hat eine Klinge von 3 bis 75 mm Breite und — in neuem Zustande — eine Länge von 120 bis 230 mm. Die geradlinige Schneide steht rechtwinkelig zur Werkzeugachse und wird durch einseitiges Anschleifen gebildet, so daß der Zuschärfungswinkel 18 bis 35 Grad beträgt. — Während der Stechbeitel der Zimmerleute, und namentlich der Schiffszimmerleute, oft sehr groß sein muß, bis 127 mm Breite und 510 mm Länge, ist der Stechbeitel der Formschneider (Flacheisen) nur 1,5 bis 6 mm breit.

Der Lochbeitel (*Bec d'âne, Bédane, Mortis chisel*; Fig. 305 B) ist ein schmaler, 1,5 bis 25 mm breiter, aber der erforderlichen Widerstandsfähigkeit wegen, sehr dicker Stechbeitel, mit einem Zuschärfungswinkel von 25 bis 35 Grad. Derselbe wird häufig als Rohr-Lochbeitel konstruiert.

Der Kantbeitel (*Cant chisel*) der Wagenbauer ist ein Stechbeitel, welcher an der Fazettenseite zur Verstärkung eine Rippe besitzt, so daß der Querschnitt fünfeckig erscheint. Diese Verstärkung macht ihn geeignet zum Gebrauch als Lochbeitel in tiefen schmalen Öffnungen, wie sie beim Wagenbau so oft vorkommen.

Das Stemmeisen (*Fermeir, Two bevelled chisel*; Fig. 305 C) unterscheidet sich von dem Stechbeitel nur dadurch, daß die Schneide durch das Anschleifen der beiden flachen Seiten der Klinge gebildet wird, und zwar entweder durch ebene oder schwach konkave Flächen.

Das Balleisen (*Fermeir néron, F. à nez rond, Skew chisel*; Fig. 305 D) ist ein Stemmeisen mit einer Schneide, welche nicht rechtwinkelig zur Achse steht, sondern unter einem Winkel von 30 bis 40 Grad. Dadurch gewinnt dieser Beitel nicht nur den Vorteil des reduzierten Winkels, sondern erhält auch eine spitzwinkelige Ecke, welche sehr geeignet ist zur Ausbildung scharfer Kanten etc. Ganz besonders wichtig ist dieser Meißel für den Holzdrehler (*Drehmeißel, Ciseau à planer, Plane, Turning chisel*), weil die Schneide sehr günstig gegen die Holzfasern gestellt werden kann, und weil sich dadurch sehr glatte Oberflächen hervorbringen lassen (*Schlichtmeißel*). — Bei den deutschen Drehmeißeln (Fig. 305 E) ist die Klinge mitunter hinter der Schneide schmaler, also etwas eingezogen, wodurch die eine Ecke *c* besonders spitz wird; bei den englischen findet diese Zusammensetzung nicht statt (Fig. 305 D).

Zu der Gattung der Stemmeisen ist noch zu rechnen: das Flacheisen der Bildhauer, sowohl gerade als aufgeworfen, d. h. am Ende aufgebogen, um in Vertiefungen zu arbeiten; das Schlageisen der Formschneider, ein kurzes Stemmeisen ohne Heft, welches in Druckformen eingetrieben wird, um Furchen zu erzeugen; das Grundeisen (*Feltiereisen, Pousse avant, Dogleg-chisel*)

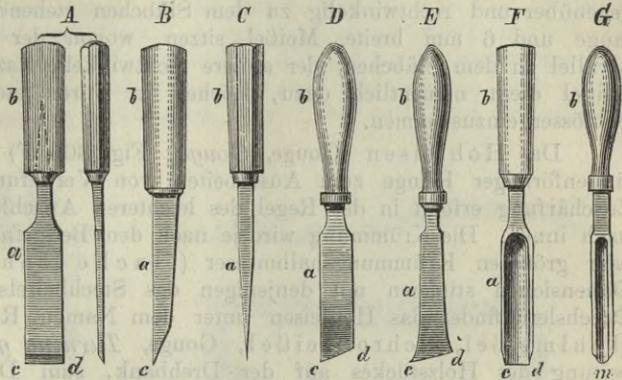


Fig. 305.

der Formschneider, eine kleine flache Schaufel, die an einem gekröpften Stiel sitzt und die Bestimmung hat, den Grund zwischen den Erhabenheiten der Form (Tapeten-, Kattun- usw. Druckformen) zu ebenen; das Anschlag-eisen (Kreuzmeißel, *Bolt chisel*) der Schlosser, bestehend aus einem Stäbchen von 130 bis 150 mm Länge, an dessen Enden zwei einander gegenüber und rechtwinkelig zu dem Stäbchen stehende kleine, etwa 36 mm lange und 6 mm breite, Meißel sitzen, wovon der eine mit der Schneide parallel zu dem Stäbchen, der andere rechtwinkelig dazu steht. Dieser Kreuzmeißel dient namentlich dazu, Löcher in Türen etc. zum Einstecken der Schlösser einzustemmen.

Das Hohleisen (*Gouge, Gouge*; Fig. 305 F) ist ein Stechbeitel mit rinnenförmiger Klinge zum Ausarbeiten von Vertiefungen, Rinnen etc. Die Zuschärfung erfolgt in der Regel des leichteren Anschleifens wegen von außen nach innen. Die Krümmung wird je nach dem Bedürfnisse von einem kleineren oder größeren Krümmungshalbmesser (flache Hohleisen) erzeugt. Die Dimensionen stimmen mit denjenigen des Stechbeitels überein. — Bei den Drechslern findet das Hohleisen unter dem Namen Röhre (*Drehröhre, Hohlmeißel, Schrotmeißel, Gouge, Turning gouge*) zur ersten Bearbeitung des Holzstückes auf der Drehbank, zum Drehen aus dem Rohen (Schroten), die ausgedehnteste Verwendung. Damit die Schneide nicht mit der ganzen Länge auf einmal angreift, so ist dieselbe in eine Ebene gelegt, welche die Werkzeugachse schief schneidet, wodurch die mittlere Partie in der Scheide vorzustehen kommt (Fig. 305 G). Deutsche Röhren sind von innen nach außen, englische von außen nach innen zugeschärft. — Die Zimmerleute ziehen Hohlmeißel, welche nach Art der Drehröhren angeschliffen sind, ebenfalls vor. — Für manche Arbeiten des Bildhauers, Holzschneiders, Formstechers etc. ist es zweckmäßig, die Hohleisen der ganzen Länge nach etwas zu biegen (krumme, gebogene Hohleisen), oder nur am Ende aufzubiegen (aufgeworfene Hohleisen) oder das Ende stark abwärts zu krümmen (übergeworfene Hohleisen).

Der Geißfuß (*Burin à bois, Carrelet, Gouge triangulaire, Corner chisel, Parting tool*), wird ein Meißel genannt, der zwei Schneiden besitzt, die in einer rechtwinkelig oder schiefwinkelig zur Werkzeugachse stehenden Ebene unter 45, 60 oder 90 Grad gegeneinander geneigt sind. (Fig. 282 A, S. 245). Derselbe eignet sich zum Ausarbeiten winkelliger Höhlungen, Furchen etc. und zur Erzeugung des vertieften Ganges einer hölzernen Schraube, bildet daher ein wichtiges Werkzeug für den Bildhauer etc. und das schneidende Organ des später zu erwähnenden Schneidezeuges für die Herstellung hölzerner Schrauben.

Endlich ist noch das Viereisen (*Gouge carrée*) zu erwähnen, welches aus drei rechtwinkelig zusammenstoßenden Schneiden  besteht und namentlich von Wagenbauern und in Stemm-Maschinen zum Ausstemmen viereckiger Löcher benutzt wird.

Zu den meißelartigen Werkzeugen sind auch diejenigen zu rechnen, welche aus Blech oder dünnen Holzplatten Scheiben von verschiedener Gestalt (rund, sternförmig, rosettenförmig etc.) auszuhauen oder auszuschlagen bestimmt sind. — Dazu gehören die Hauer (*Aushauer, Emporte-pièce creux, Hollow punch*) der Klempner, die Ausschlageisen der Flittermacher und das Dippel- oder Dübeleisen der Böttcher. Die Hauer und Ausschlageisen (Fig. 306 A) sind Stahlstücke von der Form des Durchschlages, welche an der unteren Seite ausgehöhlt sind und scharfe Schneiden a b von der gewünschten Figur besitzen.

— Das Dübeleisen (Fig. 306 B) ist ein konisches Stahlstück a oder ein an der Schneide verstärktes oder eingesetztes Eisenstück, welches in der Längsrichtung zylindrisch hohl und an der oberen Kante a angeschärft ist. Es wird gebraucht zur Anfertigung der Holzdübel, indem man roh vorbereitete Holzstücke von oben her durchschlägt. Um verschieden große Eisen dieser Art immer zur Hand zu haben, sitzen in der Regel mehrere derselben auf einer Eisenstange b b, die mit zwei Angeln c und d in einem Holzklotze befestigt ist. — Die Ausschlageisen (Emporte-pièce, *Punch*) für die Anfertigung der Flittern enthalten innerhalb der Schneiden oft noch Gravierungen, welche den Flittern zugleich Zeichnungen aufdrücken, und bekommen dann verschiedene

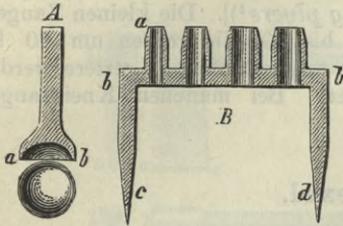


Fig. 306.

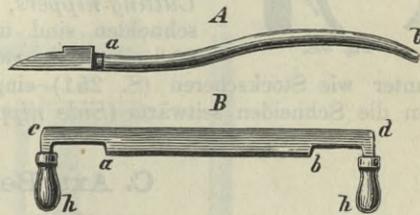


Fig. 307.

von den Zeichnungen abgeleitete Benennungen: Scheibcheneisen, Knopfeisen, Röscheneisen, Blümcheneisen, Birneisen, Wanzeneisen usw.

Endlich gehören zu den meißelartigen Werkzeugen die Messer der Holzarbeiter, welche sich in der gewöhnlichen Form (Schnitzer, Couteau, *Whittle*) von den bekannten Tischmessern nur dadurch unterscheiden, daß sie kürzer, bedeutend stärker und mit einem größeren Schneidwinkel versehen sind. Zur Ausübung eines starken Druckes steckt man sie oft (Fig. 307 A) in einen langen Stiel a b, dessen Ende b auf die Schulter gelegt wird. Um das Messer bequem mit beiden Händen fassen und daher kräftig vorziehen zu können, ist es (Fig. 307 B) mit zwei Handgriffen h h versehen, welche auf Angeln befestigt sind, die rechtwinkelig an den zwei Verlängerungen a c und b d des Messers sitzen. Dieser Messer (Zugmesser, Ziehmesser, Reifmesser, auch Schnittmesser, Plane, *Drawing-knife*) hat entweder eine gerade Klinge (Geradeisen) oder eine gebogene (Krummeisen) zum Arbeiten auf konvexen und konkaven Flächen. Zu diesen letzteren gehören speziell die Schabeisen (Rundschaber) der Böttcher zum Wegschneiden der vorstehenden Kanten an den Faßdauben im Innern der Fässer etc. — Das Stöckchenmesser der Wagner ist ein dem Zugmesser ähnliches Werkzeug; es besteht aus zwei Griffen mit einer Verbindungsstange, in deren Mitte sich ein schmalschneidiges, 24 bis 50 mm breites, Messer (Stöckchen) befindet, das mit einer Druckschraube festgehalten wird, also auch ausgelöst werden kann. — Um Schnitte parallel einer Kante in Holz zu machen, ist ein Werkzeug anwendbar, welches die Einrichtung eines Streichmaßes, Fig. 77, S. 76, aber statt der Reißnadel eine Schneide besitzt (Schneidmodel, Trusquin à lame, *Cutting gauge*).

## B. Beißzange.

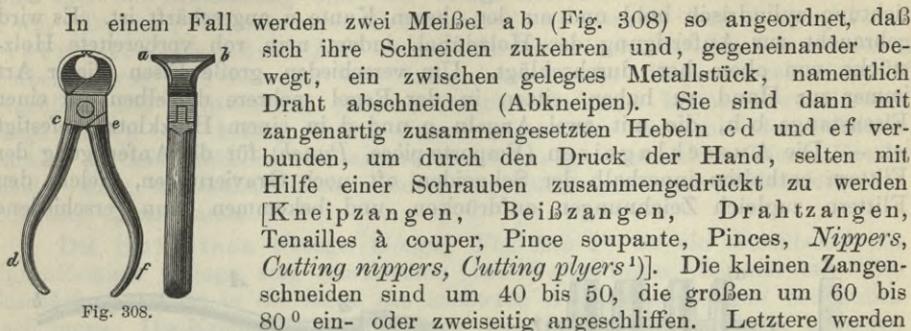


Fig. 308.

In einem Fall werden zwei Meißel ab (Fig. 308) so angeordnet, daß sich ihre Schneiden zukehren und, gegeneinander bewegt, ein zwischen gelegtes Metallstück, namentlich Draht abschneiden (Abkneipen). Sie sind dann mit zangenartig zusammengesetzten Hebeln cd und ef verbunden, um durch den Druck der Hand, selten mit Hilfe einer Schrauben zusammengedrückt zu werden [Kneipzangen, Beißzangen, Drahtzangen, Tenailles à couper, Pince soupante, Pincés, *Nippers*, *Cutting nippers*, *Cutting plyers*<sup>1)</sup>]. Die kleinen Zangenschneiden sind um 40 bis 50, die großen um 60 bis 80° ein- oder zweiseitig angeschliffen. Letztere werden

mitunter wie Stockscheren (S. 251) eingerichtet. Bei manchen Kneipzangen sitzen die Schneiden seitwärts (*Side nippers*).

## C. Axt, Beil, Texel.

Im vorhergehenden sind diejenigen schneidenden Werkzeuge zusammengestellt, welche entweder durch einen Druck der Hand (Stichel, Holzdrehmeißel etc.) oder den Schlag eines zweiten Werkzeuges, des Hammers, oder auch dadurch zur Wirkung gebracht werden, daß man das Arbeitsstück dagegen treibt, wie beim Abschrot oder Dübeleisen. Die Gründe für diese Art, das Werkzeug in Tätigkeit zu setzen, sind denjenigen gleichbedeutend, welche S. 156 für die formgebenden Werkzeuge angeführt sind. Andererseits gewinnt aber das schneidende Werkzeug in manchen Fällen an Handlichkeit und Brauchbarkeit, wenn es, wie der Hammer, selbst so viel Masse bekommt, um wie dieser in Bewegung gesetzt (S. 156), die zum Eintreiben erforderliche lebendige Kraft aufzunehmen und abzugeben. Wegen der Unsicherheit, welche jedoch in der Handhabung eines solchen schneidenden Werkzeuges liegt, ist ihre Zahl gering und beschränkt sich auf diejenigen Werkzeuge des Holzarbeiters, welche den Gesamtnamen Axt, Beil und Texel führen.

Die Axt (Cognée, Coignée, Hache, *Ax*, *Axe*; Fig. 309 A) besteht aus einem zweiseitig, etwa wie ein Metallmeißel (Fig. 302) oder wie ein Stecheisen, (Fig. 305 A) einseitig zugeschliffenen, schweren Meißel mit kurzer Schneide a c, in dessen oberem Teile b (Haube, Öhr, Haus) ein verhältnismäßig langer Stiel (Helm) bd aus zähem Holz sicher — gewöhnlich durch eingetriebene Keile — befestigt ist. — Das Beil (Hachette, Hache, *Hatchet*; Fig. 309 B) dahingegen besteht in der Regel aus einem einseitig, wie ein Stecheisen oder Lochbeitel zugeschliffenen Meißel mit langer, gewöhnlich etwas gekrümmter Schneide a c, mit der Haube b und einem kurzen Stiel bd. — Der Texel (Fig. 309 C) endlich unterscheidet sich von der Axt und dem Beile wesentlich dadurch, daß die Schneide ac am Ende des Meißels quer gegen den Stiel gestellt und sowohl gerade, wie bei dem Stechbeitel, als krumm, wie bei dem Hohleisen (Fig. 305 F) von innen nach außen angeschliffen ist. — Wenn zwar diese drei Werkzeuge in ihrem Wesen übereinstimmen, so ist doch ihre Anwendung und die für einzelne Fälle ausgebildete Beschaffenheit ziemlich verschieden.

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1871, S. 325. — Polyt. Zentr. 1869, S. 1034; 1862, S. 727; 1870, S. 962. — Heusinger, Handbuch, Bd. IV, S. 272.

1. Die Axt, welche zum Fällen der Bäume und zum Spalten des Holzes ein wichtiges Werkzeug ist, findet bei der Bearbeitung des Holzes nur zu sehr groben Arbeiten, also fast ausschließlich beim Zimmermann und Schiffsbauer Anwendung. — Je nach Zweck, Größe und Form unterscheidet man wesentlich: Die Zimmeraxt (Bundaxt, Bandhacke, Cognée, *Axe*; Fig. 309 A) hat etwa 300 mm Länge, eine gerade, etwa 85 bis 100 mm lange Schneide und einen 900 bis 1000 mm langen Stiel.

Stoßaxt (Stichaxt, *Mortis axe*; Fig. 309 E). Ihre Länge ab beträgt wohl 500 mm, die Breite, also auch die Länge der Schneide ac, nur 60 mm. Ein Stiel ist hier nicht vorhanden, weil das Werkzeug nicht geschwungen wird; statt dessen aber ist die Haube bd 150 mm lang und acht-

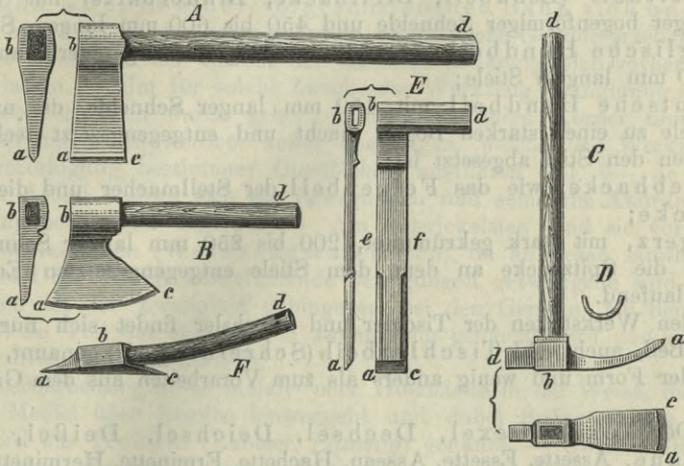


Fig. 309.

eckig, um mit der Hand bequem gefaßt und niedergestoßen zu werden. Die Stoßaxt dient namentlich zum Glätten tiefer Zapfenlöcher, und besitzt deshalb auch noch seitwärts von a nach e und von c nach f hinauftragende Schneiden.

Zwergaxt (Queraxt, *Bisaiguë*, *Bésague*, *Twibil*, *Twybil*) ist insofern eine Doppelaxt, als sie aus zwei schmalen Schneiden besteht, wovon die eine axtartig, etwa 40 mm lang, parallel, die andere, texelartig nur 25 mm lang, quer gegen den Stiel steht, welcher in der beide Meißel verbindenden Haube befestigt ist. Der quer gestellte Teil dient als Lochbeitel, der längs gestellte als Stoßaxt bei dem Ausarbeiten von Zapfenlöchern etc.

2. Das Beil findet dahingegen nicht nur bei den Zimmerleuten, sondern auch bei den Stellmachern, Böttchern und Tischlern, sowie bei den Drechslern häufiger Verwendung, da es sich wegen der einseitigen Zuschärfung und der breiten Schneide zum Ebenen von Flächen sehr gut eignet. Damit sich in diesem Falle die flache Seite des Beiles an die Holzfläche anlegen läßt, ohne daß die Fingerknöchel des Arbeiters gegen die Holzkante stoßen, ist die Haube b etwas seitwärts gedreht (Fig. 309 F) und der Stiel bd aus gebogenem Holze angefertigt. Je nach der Stellung des Stieles zur Schneide sind dann die Beile rechte oder linke.

Die Zimmerleute gebrauchen:

- das Handbeil mit gerader, etwa 200 mm langer Schneide und 456 mm langem Stiele zum Behauen kleiner Holzstücke; und

das Breitbeil (Dünnbeil, Zimmerbeil, Doloire, Epaule de maçon, *Broad axe*) mit etwas gekrümmter, 320 mm breiter Schneide und etwa 600 mm langem Stiele zum Ebenen der Balkenseiten etc.

Die Stellmacher benutzen:

das Richtbeil, Rundbeil, Rundhacke mit stark gebogener, etwa 300 mm langer Schneide und 450 mm langem Stiele, und die Stockhacke, Stockbeil, ein kleines gewöhnliches Beil; die Spitzhacke mit einem sehr spitz auslaufenden Blatte; das Felgenbeil oder richtiger Axt, weil von beiden Seiten zugeschräpft, mit 150 bis 170 mm langer Schneide und 370 mm langem Stiele.

Die Böttcher gebrauchen eine größere Anzahl von Beilen, namentlich das Breitbeil (Lenkbeil, Breithacke, Binderbarte) mit 120 mm langer bogenförmiger Schneide und 450 bis 600 mm langem Stiele;

das englische Handbeil, mit 170 mm langer, fast gerader Schneide und 400 mm langem Stiele;

das deutsche Handbeil mit 150 mm langer Schneide, die nach dem Stiele zu einen starken Bogen macht und entgegengesetzt rechtwinklig gegen den Stiel abgesetzt ist;

die Kliebhacke, wie das Felgenbeil der Stellmacher und die Spitzhacke;

das Segerz, mit stark gekrümmter, 200 bis 250 mm langer Schneide und wie die Spitzhacke an dem, dem Stiele entgegengesetzten Ende spitz auslaufend.

In den Werkstätten der Tischler und Drechsler findet sich nur das gewöhnliche Beil, auch wohl Tischlerbeil (Schreinerbeil) genannt, in wenig abweichender Form und wenig anders als zum Vorarbeiten aus dem Groben im Gebrauch.

3. Der Texel (Dexel, Dechsel, Deichsel, Deißel, Haue, Krummhaue, Assette, Essette, Asseau, Hachette, Erminette, Herminette, *Adze*, *Howel*, *Addice*) ist besonders geeignet, liegende Holzstücke an der horizontalen Oberfläche glatt, eben oder rinnenförmig ab- und auszuarbeiten. Ist das Blatt schwach gegen den Stiel gebogen, so heißt der Texel gerade, ist er stark gebogen und der Breite nach gewölbt (Fig. 309 D), so heißt er krumm. Je nach Größe und Form des Blattes hat der Texel verschiedene Benennungen.

Gerader Texel (Krummhaue, Herminette plate, *Barrel Howel*), Schneide 60 mm und gerader Stiel 320 mm.

Krummer Texel (Mollenhaue, Herminette creuse, *Butt-howel*, *Spout Adze*), Schneide 120 mm und wenig krummer Stiel 340 mm.

Felgentexel, Schneide 100 mm und gerader Stiel 340 mm.

Gerinnetexel, Schneide 85 mm und  förmig; Stiel 500 mm.

Um die Beile und Texel auch als Hammer zum Einschlagen von Nägeln etc. benutzen zu können, wird der Nacken oder die Platte oft aus Stahl hergestellt oder mit einem hammerartigen Ansatz d (Fig. 309 C) versehen. — Beile werden ebenfalls zum Nagelausziehen mit einem sogenannten Geißfuß oder einer Klaue ausgestattet.

## D. Hobel.

Liegt die Aufgabe vor, große Flächen an Metall- oder Holzstücken genau auszuarbeiten, z. B. zu ebenen, oder mit Furchen von vorgeschriebener Form und Größe, z. B. halbrunden, dreieckigen, viereckigen oder schwalbenschwanzförmigen Rinnen zu Prismenführungen, zu Holzverbindungen usw. zu versehen,

so ist zur Lösung dieser Aufgabe der Meißel, selbst in seiner vielfältigen Gestalt und als Schnittmesser, Axt, Beil, Texel, nur sehr unvollkommen geeignet, oft sogar ganz unbrauchbar. — Abgesehen davon, daß die absetzende Art der Bearbeitung und die auf dem Meißel zur Wirkung kommende, beschränkte Kraft eines Hammerschlages, eines Zuges mit den Händen und dergleichen die Arbeit nur wenig fördert, so ist es namentlich die Unsicherheit in der Meißelführung durch die freie Hand, welche, vergrößert durch die ungleichartige Beschaffenheit des Materials — sowohl des Metalles als des Holzes — die genannte Arbeit, entweder nur unvollkommen, oder mit einem unbezahlbaren Opfer an Zeit und mit der größten, das gewöhnliche Maß der Ansprüche weit überschreitenden Geschicklichkeit gelingen läßt. — Nur wenn das Werkzeug gezwungen wird, in einer vorgeschriebenen Bahn sich unabänderlich zu bewegen, kann seine Schneide geometrische Gebilde erzeugen, welche, von dieser Bahn und der Gestalt der Schneide abhängig, sich vorher genau bestimmen lassen. — Um für solche Zwecke das Werkzeug zwangsläufig zu machen, müssen von demselben durch gehörig widerstandsfähige Körper sämtliche Bewegungen ferngehalten werden, außer denjenigen, welche das Werkzeug allein zur Hervorbringung bestimmter Oberflächen ausführen soll. — Je nach der Natur der Arbeit ändern sich die Bewegungen und somit die Anordnungen zur Innehaltung bestimmter Bahnen. — Am entwickeltesten sind sie vorhanden in den Arbeitsmaschinen (Werkzeugmaschinen), da an diesen sämtliche direkt und während der Arbeit auszuführende Bewegungen gezwungene sind. Weniger vollkommen ist der Zwanglauf dahingegen bei den Geräten, bei denen in der Regel nur ein Teil der Bewegungen zwangsläufig gemacht wird und ein anderer Teil willkürlich beweglich bleibt.

Die Bearbeitung einer Metall- oder Holzfläche in der Weise, daß ein fest geführter Meißel über dieselbe hinweggeht und dabei Späne abhebt und fortnimmt, wird das Hobeln (Raboter, *Planing*) genannt. — Ursprünglich erfolgte dieses Abheben der Späne nur in längeren, geraden Zügen mit Hilfe eines Meißels, der durch ein Holzgerät (Hobelkasten, Fut, *Stock*) seine Führung erhielt, so daß die Stellung des Meißels zur Arbeitsoberfläche gleich blieb. Meißel und Hobelkasten zusammen bilden den Hobel (Rabot, *Plane*). Als sodann diese anfangs nur zur Bearbeitung des Holzes dienende Methode auch auf Metall ausgedehnt wurde (namentlich durch die Erfindung der Metallhobelmaschine), erweiterte sich der Begriff des Hobelns, indem man darunter dann auch jene Arbeiten verstand, welche überhaupt große Flächen herzustellen bestimmt sind. Daher bezeichnet man die Bearbeitung des Holzes mittelst rotierender Werkzeuge ebenfalls mit dem Namen Hobeln (s. Holzhobelmaschinen), obwohl der Zweck mit ganz anderen Mitteln erreicht wird.

1. **Holzhobel**<sup>1)</sup>. Der Hobel für Holzarbeiter (Fig. 310 A) besteht wesentlich aus dem schneidenden, meißelartigen Teile m (Eisen oder Hobel-eisen, Fer, *Iron*, *Plane-iron*) und einem zweiten Teil k, der das Eisen aufnimmt und beherbergt (Kasten, Hobelkasten), namentlich aber die Bestimmung hat, dem Eisen während der Arbeit eine sichere Führung zu geben. Diese Führung bezweckt nicht nur die Richtung des Hobeleisens festzulegen, sondern auch das Eindringen desselben in das Holz zu begrenzen, da die Spandicke ein gewisses Maß nicht überschreiten darf, wenn nicht ein Spalten oder Einreißen stattfinden soll. Außerdem muß der Hobelkasten vor dem Eisen ebenfalls zur Vermeidung des Aufreißen von Holzteilen einen Druck auf die Holzfläche ausüben (S. 246).

1) Wertheim, Werkzeugkunde, Wien 1869. — Exner, Holzbearbeitungsmaschinen Bd. 3, S. 38. — Ztschr. f. Werkz. 1898, S. 343.

Das Eisen ist entweder ganz aus Stahl oder gewöhnlicher aus mit Stahl belegtem Schmiedeeisen hergestellt und von der einen Seite her unter einem Winkel von 30 bis 35° zugeschärft. — Um zum Scharfhalten nur sehr schmale Fazetten anschleifen zu brauchen, ist es empfehlenswert, das Eisen aus etwa 1,2 mm dickem Stahlbleche auszuschneiden und zur Hervorbringung genügender Steifigkeit im Hobelkasten zwischen Eisenbacken einzuspannen<sup>1)</sup>. — Es steht aus der unteren Fläche ab (Sohle, Hobelsohle, Semelle, *Sole*, *Face*) des Kastens soweit hervor, daß seine Schneide nur um die Dicke des abzunehmenden Spanes in das Holz einzudringen vermag. Seine Neigung zur Sohle, Fig. 310 C,

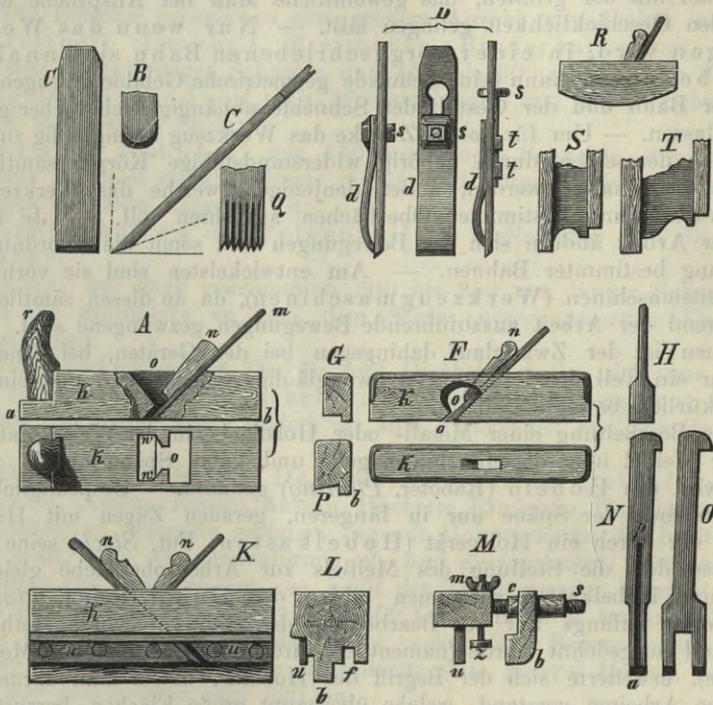


Fig. 310.

beträgt gewöhnlich 45°, und da die Zuschärfung 30 bis 35° groß ist, so hat der Anstellungswinkel eine Größe von 10 bis 15°. Befestigt wird das Eisen im Kasten fast immer durch einen Keil *n*, der vor dem Eisen von oben in ein Keilloch (*Lumière*, *Mouth*) eingetrieben wird. — Vor allen Dingen ist erforderlich, daß der abgehobene Span sich leicht entfernen, d. h. an der Vorderfläche des Eisens emporsteigen kann. Zu diesem Zwecke ist in dem Kasten unmittelbar vor dem Eisen ein bis durch die Sohle gehender Schlitz *o* angebracht, welcher an der Sohle nur so weit sein darf, daß der Span noch gut abfließen kann, damit seine vordere Kante wegen der auf das Holz auszuübenden Pressung nicht zu weit vom Eisen abrückt. Aus demselben Grunde muß der Schlitz ein Stück mit dem Eisen parallel laufen, weil sich bei einer Erweiterung des Schlitzes nach oben, infolge der Abnutzung der Sohle, auch

1) Dinglers Journ. 228, 304; 245, 12; 307, 29.

das Spanloch erweitern würde. — Bewegt wird der Hobel dadurch, daß der Arbeiter den Kasten mit beiden Händen (selten mit einer) faßt und zwar mit der linken Hand vor, mit der rechten hinter dem Eisen. Zum bequemen Halten besitzen kleine Hobel gewöhnlich vorn eine Nase *r* (Poignée, *Horn*), größere hinten einen ringartigen Griff, den die Hand umfaßt. Der Zwang in der Bewegung wird hervorgebracht durch die Oberfläche des Arbeitsstückes, an welche die Hobelsohle angedrückt wird. Von der Beschaffenheit dieser Oberfläche und der Hobelsohle hängt also die Bewegung des Hobels ab. Ist die Arbeitsfläche z. B. wellenförmig, so wird der Hobel eine wellenförmige Bewegung annehmen, wenn seine Sohle nicht so lang ist, daß sie stets auf zwei Wellenbergen aufliegt: die behobelte Fläche wird wieder wellenförmig. Ist jedoch die Hobelsohle so lang, daß sie stets über mindestens zwei Wellenberge reicht, so wird das Eisen eben nur zuerst die oberen Teile dieser Berge wegnehmen und dann allmählich bis auf den Talgrund vordringen, also die wellenförmige Oberfläche in eine Ebene verwandeln, wenn die Hobelsohle eben ist. — Aus diesem Grunde ist die Länge des Hobels für das Arbeiten mit demselben bedeutungsvoll, insofern als sich nur mit langen Hobeln sicher ebene Flächen hervorbringen lassen.

Beim Beginn des Hobelns, wo durch die Wegnahme des Spanes die schnelle Annäherung des Arbeitsstückes an die gewünschten Formen und Dimensionen die Hauptaufgabe ist, muß der Hobel so beschaffen sein, daß man damit grobe Späne abnehmen kann, während späterhin, wo es mehr auf die Erzeugung einer glatten, sauberen Fläche ankommt, der Hobel dieser Aufgabe zu genügen hat. — Im ersten Fall, wo die Arbeit das Schruppen (Schruppen, Schrotten) genannt wird, hat der Hobel (Schrob-, Schropp-, Schrupp-, Schürf- oder Schurfhobel, Riflard, *Jack-plane*, *Horse plane*) ein weit vorstehendes, nur 24 bis 36 mm breites, mit bogenförmiger Schneide (*Round-noset plane*) versehenes Eisen (Fig. 310 B) und einen etwa 260 mm langen Kasten mit ebener Sohle. Im zweiten Fall (zum Schlichten) dahingegen ist das Eisen (Schlichteisen) dieses Schlichthobels (Rabot, *Smoothing plane*) mit geradliniger — nur an den Ecken zur Vermeidung des Einreißens in das Holz etwas abgerundeter — Schneide (Fig. 310 C) von 48 bis 50 mm Breite, die nur wenig aus der Sohle herausragt, und mit einem Kasten von 250 bis 300 mm Länge und ebenfalls ebener Sohle versehen.

Aber auch bei diesem Schlichthobel sind die Bedingungen für die Hervorbringung sehr glatter Flächen nicht erfüllt, weil dazu das Abbrechen des Spanes unmittelbar nach seiner Abtrennung vom Arbeitsstücke stattfinden und infolgedessen ein großer Schneidwinkel (S. 243) vorhanden sein muß. Weil dieser andererseits im Widerspruch mit dem günstigen Schneidwinkel steht, so hat man, um trotz eines großen Ablenkungswinkels einen günstigen Schneidwinkel beizubehalten, oberhalb der Schneide auf das Eisen eine Platte (Deckel, Deckelplatte, Kappe, Contre-fer, Fer de dessus, *Top plane iron*, *Break-iron*) gelegt, gegen die der Span stößt, um sofort geknickt und fast rechtwinklig zur Hobelsohle abgeführt zu werden. Solche Deckel sind verschiebbar mit dem Eisen verbunden, entweder durch eine Klemmschraube *s* (Fig. 310 D) oder durch eine Schraube *s* (Fig. 310 D), welche durch zwei kleine Ansätze *tt* des Deckels geht, die in einem Schlitz des Hobeleisens gleiten, und sich mit dem Kopfe gegen das Ende des Schlitzes stützt, so daß die Schraube zugleich zur Regulierung des Deckels dient. — Das mit dem Deckel versehene Hobeisen heißt Doppelseisen (*Double fer*, *Double iron*) und der mit letzterem ausgestattete Hobel Doppelhobel.

Mit den erwähnten Hobeln lassen sich jedoch ebensowenig geradflächige Vertiefungen (Nuten, seitliche Absätze etc.) als konkave Flächen bearbeiten, weil das Hobeisen nur so tief einzudringen vermag, als es über die Sohle hervorragt, und weil gerade Schneiden nur zur Bildung ebener und konvexer Flächen geeignet sind. Soll der Hobel also z. B. rechtwinklige Vertiefungen ausarbeiten, so muß der Kasten so beschaffen sein, daß er in die Vertiefungen bis zum Boden derselben eintreten kann. Das setzt voraus, daß der Kasten nicht breiter ist, als das Eisen an der Schneide, daß also an dem unteren Teile des Hobels die beiden Holzteile *w w* (Wangen) (Fig. 310 A), welche neben dem Eisen den Vorder- und Hinterteil des Hobelkastens verbinden, fehlen. Das Spanloch *o* (Fig. 310 F) durchschneidet demnach die Sohle vollständig, so daß eine Verbindung der beiden, durch das Eisen getrennten Kastenteile nur an der oberen Stelle stattfinden kann. Da außerdem diese Hobel gewöhnlich nur schmal sind, und ein, wie bei A, bis ganz nach oben durchgehendes Spanloch den Kasten zu sehr schwächen würde, so sind die Austrittsöffnungen *o* für den Span seitwärts angebracht (Fig. 310 F). Das Eisen erhält dann die Gestalt H (Fig. 310), um bequem von der Sohle her eingesteckt werden zu können. Ein solcher Hobel (Fig. 310 F) heißt Simshobel, Gesimshobel, (Guillaume, *Rebate plane*, *Rabbit plane*). Er hat eine Breite gleich der Breite der zu bildenden Furche, gewöhnlich zwischen 12 bis 40 mm und eine Länge von 250 bis 300 mm. — Eine Abänderung dieses Simshobels besteht darin, daß nur eine Wange fehlt, während die andere sich sogar nach unten über die Sohle hinweg als eine vorspringende Leiste, als Anschlag oder Backen, erstreckt. Der Hobel erhält hierdurch eine vollständige Prismenführung (Fig. 310 G) da er mit der Sohle auf dem Holze und mit dem Anschlage an der Seite desselben hingeleitet. Er dient zum Aushobeln der viereckigen Kasteneinschnitte (Falze, Feuillure, *Rebate*), die z. B. an Fenster- und Bilderrahmen zum Einlegen des Glases (Kittfalz) vorhanden sein müssen, und heißt deshalb Falzhobel (Feuilleret, *Fillister*).

Bei der Bearbeitung konkaver Flächen sind drei Fälle zu unterscheiden, je nachdem die Fläche muldenförmig oder schmal rinnenförmig, z. B. nach architektonischen Gliedern, oder endlich rinnenförmig auf muldigen Flächen zu behobeln ist. — Im ersten Fall, der namentlich beim Schiffbau, beim Wagenbau und in der Käferei oft vorkommt, genügt es, die Sohle des Hobels in der Längsrichtung nach einem Bogen zu krümmen, so daß sie sich der vorgeschriebenen Konkavität anschließt, ohne die Schneide zu ändern. Die so angeordneten Hobel bilden die Klasse der Schiffhobel (*Rabot rond*, *R. cintré*, *Compas plane*), so genannt wegen der Ähnlichkeit mit den flach gebauten Schiffen (Fig. 310 R). — Im zweiten Fall bleibt die Hobelsohle in der Längsrichtung gerade; in der Querrichtung aber muß sie sowohl, als das Messer genau so profiliert sein, wie die Form der gewünschten Rinnen. Diese Hobel mögen kurzweg Fassonhobel oder Profilhobel genannt werden. — Endlich drittens müssen da, wo rinnenförmige Vertiefungen über flach konkave Flächen laufen, die Profilhobel mit den Schiffhobeln kombiniert werden zu Schiff-Profilhobeln.

Wenn man bei dem Gebrauch auf Querholz den Hobel so führt, daß die Schneide des Eisens sich parallel zu den Fasern bewegt, so würden die Fasern einzeln an ihrer ganzen Länge auf einmal gefaßt und nicht etwa abgeschnitten sondern abgerissen werden und die Fläche sehr rauh zurücklassen. Dies findet jedoch nicht statt, wenn der Hobel schräg gegen die Fasern geführt wird, weil dann wie beim Langhobeln, nicht nur jede Faser im Vereine mit den Nachbarfasern, sondern auch nach und nach abgehoben wird. Da das

schräge Querhobeln nur mit einem gewöhnlichen Hobel bei freier Bewegung desselben möglich ist, so muß bei einer gezwungenen Bewegung, also z. B. bei Simshobeln, Falzhobeln und Profilhobeln, das Eisen im Kasten gegen die Achse schräg gestellt werden (Schräger Hobel), was natürlich, da das Hobeisen selbst gegen die Sohle geneigt steht, ein Eisen fordert, dessen Schneide ebenfalls schräg steht (Schräges Eisen) und dadurch zugleich alle Vorteile einer schrägen Schneide bietet. Um aber in diesem Fall und selbst bei Sims- und Falzhobeln eine glatte Fläche an der Seite, wo die Hirnfläche des Holzes zum Vorschein kommt, zu erhalten, wird noch oft mit dem Hobel ein Messer verbunden, welches, dem Eisen vorangehend, die Fasern rechtwinklig durchschneidet (Vorschneider, Dent tranchant, *Tooth Scoring point*). — Zu erwähnen ist ferner, daß beim Hobeln auf hartem Holze, auf Pockholz, Buchsbaum, Eisenholz etc. der Schneidwinkel größer sein muß als  $45^{\circ}$ , und daß deshalb das Eisen gewöhnlich zwischen  $60$  und  $90^{\circ}$  gestellt wird.

Die im vorstehenden beschriebenen Hobel lassen sich, wie das in der Natur der Sache liegt, nicht nur in mannigfacher Weise zusammensetzen, sondern auch für bestimmte Arbeiten und Zwecke herrichten. Demnach können sie als Hobel-Grundformen gelten und sind daher der folgenden Zusammenstellung der gebräuchlichsten Hobel zugrunde gelegt.

#### 1. Grundform: Gewöhnlicher Schlichthobel.

Putzhobel oder Verputzhobel. Ein doppelter Schlichthobel zum letzten Abputzen der Arbeit, bei dem das Eisen nur äußerst wenig vorsteht und dessen Kasten gewöhnlich aus sehr hartem Holze, oft mit eisernen Sohle, besteht, um das Spanloch sehr schmal und genau erhalten zu können.

Rauhbank (Varlope, *Tryng plane*). Ein langer (600 bis 750 mm) und breiter (72 mm) Schlichthobel, mit einfachem oder Doppeleisen (einfache und doppelte Rauhbank), besonders zum Ebenen und Schlichten. Fast gleich mit diesem Hobel ist der Glatthobel der Böttcher, von dem sich dann der Fugenhobel nur durch die Größe unterscheidet.

Fügebank (Fugbank, Varlope, *Jointer*). Eine etwa 900 mm lange Rauhbank zum Abrichten (Fügen) langer Kanten, z. B. an Fußboden-Dielen, gewöhnlich an den beiden Rändern der Sohle mit vorstehenden Leisten versehen, welche auf abgerichteten Brettern (Stoßladen) gleiten, die neben dem mit der Kante nach oben gestellten Brette herlaufen, um die möglichst größte Ebenheit hervorzubringen. In der Regel wird dieser Hobel von zwei Männern geführt, wovon der vordere an einem quer durch den Kasten gesteckten Griffe zieht, während der andere nachschiebt (zweimännige Fügebank).

Stoßbank (auch Fügebank, Fugbank und Fugbock genannt: Grande varlope, *Jointer*). Eine 1,5 bis 3 m lange Fügebank mit 100 mm breitem Eisen, die aber schräg liegend mit dem Eisen nach oben — daher gewöhnlich an einem Ende mit zwei Beinen versehen — in der Weise in der Böttcherwerkstatt gebraucht wird, daß die Dauben über das Eisen hinweggestoßen werden (Bestoßen).

Reifbank. Eine nur etwa 1 m lange Stoßbank.

Blöchel. Eine zweimännige 450 mm lange Fügebank.

Stemmhobel (*Sun plane*). Ein Hobel mit ebener Sohle und geradschneidigem Eisen, aber in der Länge krumm, so daß die Seiten konzentrischen Zylinderflächen angehören.

## 2. Grundform: Simshobel und Falzhobel.

Doppelter Simshobel (Guillaume à double fer). Mit Doppelleisen versehener Simshobel.

Steiler Simshobel (Guillaume debout, *Steep rebate-plane*). Das Eisen ist unter  $65^{\circ}$  statt  $45^{\circ}$  gegen die Sohle geneigt.

Schräger Simshobel (G. incliné, *Skew-rebate-plane*). Das Eisen steht schräg zur Hobelachse.

Stellbarer Falzhobel (*Moving fillister*). Falzhobel mit einem auf der Sohle desselben verschiebbaren und verstellbaren Anschlag.

Nuthobel (Bouvet à rainure, B. femelle, *Grooving plane*) (Fig. 310 K, M, N). Unter den Holzverbindungen ist eine Anordnung sehr gebräuchlich, bei welcher in eine rechteckige Vertiefung eines Holzstückes (die Nut, Rainure, *Groove*) eine eben solche Erhöhung des zweiten Holzstückes (die Feder) eingesteckt wird. Diese Nut kann offenbar mit einem Simshobel hergestellt werden. Weil aber die Nuten sehr häufig und in den verschiedensten Breiten vorkommen, so hat man einen Hobel eingerichtet, mit welchem Nuten von verschiedener Breite und Tiefe sicher gehobelt werden können. Bei einem solchen Hobel befindet sich an der unteren Fläche des Hobelkastens K, sowohl zur Führung als zur Unterstützung des Eisens eine Eisenschiene u u (Zunge, Languette) mit einer Unterbrechung zum Durchbringen des Eisens N, das sich mit einer Furche p a auf dem Rücken sicher und unverrückbar gegen den hinteren Teil der Zunge legt. Die Zunge u vertritt daher in der Nut den Hobelkasten und ermöglicht die Anwendung einer beliebigen Zahl von Nuteisen in einem Hobel; gleichzeitig bestimmt ihre Höhe auch die Tiefe der Nut, weil der Holzkasten aufläuft, wenn die Zunge in der ganzen Tiefe eingedrungen ist. Zweckmäßig aber ist der Nuthobel mit zwei Führungen versehen (Fig. 310 M). Die eine z (der Auflauf oder Anlauf, *Stop*) begrenzt die Tiefe des Eindringens, die zweite b (der Backen oder Anschlag, *Fence*) sichert die Entfernung des Eisens, also auch der Nut, von der Kante des Arbeitsstückes (Nuthobel mit Stellung, Bouvet brisé, B. de deux pièces, B. à écartement, *Plough, Screw plough*). Beide Führungen sind, wenn der Nuthobel ausgedehnte Verwendung finden soll, verstellbar einzurichten. Zu dem Zwecke geht der Auflauf z mit einer Schraube durch den Kasten und wird durch die Flügelmutter m in beliebiger Höhe festgehalten, während der Anschlag b durch zwei Schrauben s mit Muttern und Gegenmuttern c c in feste Lage zu dem Hobel gebracht wird. —

Federhobel (Bouvet à languette, B. mâle, *Tongue-plane*). Die zu den Nuten gehörenden Federn (Languette, *Tongue*) lassen sich mit einem Falzhobel erzeugen, welcher die Kantenecken soweit rechtwinklig wegearbeitet, daß in der Mitte des Brettrandes die Feder stehen bleibt; in der Regel jedoch werden sie mit einem besonderen Hobel (Federhobel) hergestellt, der zu dem Nuthobel paßt und sich von diesem wesentlich nur durch das Eisen (Fig. 310 O), welches gabelförmig gespalten ist, unterscheidet. Da Nut- und Federhobel paarweise zusammengehören, so findet man sie auch häufig vereinigt an einem Werkzeuge, wie Fig. 310 K und L zeigen, wo bei u der Nuthobel und bei f der Federhobel sichtbar ist, welches dann

Spundhobel (Bouvet, *Slit deal plane*) heißt, weil das Verbinden mit Nut und Feder das Spunden genannt wird. — Der Spundhobel ist oft zweimännig und wird dann so gebraucht, daß er in einer Richtung ein Brett nutet und auf dem Rückwege ein zweites danebenliegendes federt.

Seitwärts schneidender Sims- und Falzhobel (Wangenhobel, Wandhobel, Guillaume de côté, *Side rebate-plane, T-rabbit-plane*). Dient zur Erweiterung und Glättung der Nuten und Falzen. Entweder ist er mit einem Eisen versehen, welches an der Seite aus dem schmalen aber hohen Hobelkasten hervorsticht, oder mit einer breiten, dünnen, gewöhnlich aus Eisen gebildeten Sohle, so daß der Kastenquerschnitt und das Eisen einem  $\perp$  gleicht. Gebraucht wird dieser Wangen- oder Wandhobel, indem die eine Hälfte der Sohle mit der halben Schneide gegen die Seitenwand gelegt und an derselben hingeführt wird. Auch hier sind Doppelisen und schräg gestellte Eisen in Gebrauch. (Doppelter Wangenhobel; schräger Wangenhobel.)

Grathobel (*Dovetail plane*). Ist der Falz an einem Arbeitsstücke nicht rechtwinklig, sondern spitzwinklig, so muß zur Herstellung desselben (des Grates, *Key*) ein Hobel gebraucht werden, dessen Sohle gegen die Seite um den betreffenden Winkel abgedacht ist. Dieser Hobel, gewöhnlich mit Anschlag versehen, ist der Grathobel (Fig. 310 P). Zum Arbeiten auf Querholz besitzt er einen Vorschneidzahn. Der Anschlag b ist wie beim Falzhobel oft verstellbar (verstellbarer Grathobel).

Plattenhobel, Plattbank (*Rabot plate-bande, Guillaume à plates-bandes, Feuilleret à plates-bandes, Side fillister*). Dient zum Bearbeiten von Flächen, welche unter stumpfem Winkel gegen andere Flächen stoßen, z. B. der schrägen Flächen (Platten, *Plate-bande, Rebate*), welche um Türfüllungen herumlaufen und die schlanken Keile bilden, mit welchen die Füllungen in das Rahmholz eingesteckt werden. Die Plattbank ist ein Falzhobel mit einer Sohle, die unter stumpfem Winkel gegen die Seite gestellt ist, und dessen Eindringen durch einen an der Seite des Hobelkastens sitzenden Auflauf reguliert wird. Da die Plattbank viel auf Querholz arbeiten muß, so hat sie gewöhnlich ebenfalls ein Vorschneidmesser. Außerdem wird Anschlag und Auflauf oft verstellbar eingerichtet (verstellbare Plattbank) und die Plattbank mit schrägem Eisen ausgestattet.

Grundhobel (*Guimbarde, Router-plane, Old-woman's tooth*). Dient zum Ebenen des Grundes ausgestemmter Vertiefungen, welchem man mit Simshobeln etc. nicht beikommen kann. Das Eisen dieses Hobels ist  $\perp$  artig gekröpft und steht um die Lochtiefe aus der Hobelsohle hervor, welche letztere auf den Rändern der Vertiefungen geführt wird.

Zahnhobel (*Rabot à dents, R. à fer bretté, Tothing plane*). Unter den Hobeln mit steilstehendem Eisen ist noch der Zahnhobel bemerkenswert, dessen Eisen (Fig. 310 Q) nicht nur fast senkrecht steht, sondern auch an der Schneide sägenartig gezackt ist (Zahneisen, *Fer bretté, Tooth-plane-iron*), um auf hartem oder sehr unregelmäßig gewachsenem Holze, Maserholz usw., zu arbeiten, weil dann ein Ausreißen nicht zu befürchten ist. Auch dient er zum Rauhen von Flächen (Zahnen, Bretter, Bretteler, *Scratching*), damit aufgestrichener Leim, Gips etc. besser haftet.

### 3. Grundform: Schiffhobel.

Stellbarer Schiffhobel. Um den Schiffhobel für Flächen verschiedener Konkavität brauchbar zu machen, wird seine Sohle oft aus einer federnden Stahlplatte gebildet, die an den Enden mit Spannschrauben versehen wird, welche durch den Hobelkasten gehen und die Platte mehr oder weniger krumm ziehen. Auch ein am vorderen Ende des Hobelkastens angebrachter, auf- und niederstellbarer, eiserner Fuß genügt dem in Rede stehenden Zwecke.

Zwei verstellbare, sich drehende Walzen, eine vor, eine hinter dem Eisen angebracht, scheinen hier gut anwendbar zu sein.

Krummer Simshobel (Guillaume cintré). Ein schiffhobelartig gebogener Simshobel.

Gärbhobel. Der vom Böttcher gebrauchte Simshobel.

Backenhobel. Ein ebenfalls von den Böttchern gebrauchter, krummer Wangenhobel, um in Gefäßen quer gegen die Dauben bis an den Boden kommen zu können.

Schabhobel der Böttcher. Sohle sowohl nach Länge und Breite konvex.

Spatzenhobel, ein Schabhobel, bei dem das Eisen nicht auf der Mitte, sondern an der vorderen Kante der Sohle steht, um bis dicht an eine Wand des Gefäßes arbeiten zu können.

Krummer Falzhobel, Stoßhobel. Ein schiffhobelartig gebogener Falzhobel.

#### 4. Grundform: Profilhobel.

Kehlhobel (Rabat à moulures, *Moulding plane*). Der allgemeine Name für den Hobel mit Profileisen (Kehleisen, Fer à moulure, *Moulding plane-iron*) zur Hervorbringung von Gesimsen, die aus architektonischen Gliedern zusammengesetzt sind und Kehlungen (Moulures, *Mouldings*) genannt werden. Das hier zur Verwendung kommende Eisen wird gewöhnlich in der Weise angefertigt, daß man dasselbe an der Schneide nach dem Profil zuschärft. Da es nun einer großen Sorgfalt bedarf, um das Profil auch beim Nachschärfen immer kongruent zu bekommen, so sind diejenigen Profileisen vorzuziehen, welche durch Schmieden in Gesenken auf 40 bis 60 mm profiliert sind und einfach so schräg angeschliffen werden, daß die Profilseite die Schneide bildet<sup>1)</sup>.

Zu einer Sammlung von Profileisen (Kehlzeug) gehören:

Stabhobel (Rabat à boudin, *Round plane*). Eisen und Sohle konkav gekrümmt und zwar halbkreisförmig für den Rundstab, viertelkreisförmig für den Viertelstab oder Wulst, gedrückt, bogenförmig für den gedrückten oder französischen Stab (Fig. 310 S).

Hohlkehelhobel (Gorget, Gorge-fouille, Guillaume onglé, *Hollow plane*). Eisen und Sohle konvex bogenförmig, zur Erzeugung von Hohlkehlen.

Karnieshobel (Mouchette, Rabat à doucine, *Cornice plane, Ogee plane*). Eisen und Sohle  $\sim$  förmig (Fig. 310 T).

Fenstersprossenhobel. Eisen und Sohle dem Fenstersprossenprofil umgekehrt kongruent.

Stabzeug. Ein Kehlhobel der Böttcher zur Hervorbringung von Leistenwerk auf dem Boden großer Fässer.

Kranzhobel (Bahnhobel). Ein Kehlhobel, der an einem Lineale (Feder) im Kreise herumgeführt wird und daher auch einen in der Länge gebogenen Kasten hat.

Frosch-Bramschnitt. Ein Kehlhobel, der schiffhobelartig gekrümmt ist zur Erzeugung der reifenartigen Verzierungen des Frosches (des äußeren Daubenrandes) an Fässern.

Endlich sind noch einige hobelartige Werkzeuge für besondere Zwecke zu erwähnen.

1) D. Ind.-Zeitg. 1878, S. 509. — Dinglers Journ. 248, 470.

**Zündhölzchen-Hobel.** Ein geradsohliger Hobel, mit einem Eisen, dessen Schneide aus einer Anzahl kleiner kreisförmiger oder quadratischer Dibbeleisen (S. 369) besteht, welche auf Langholz vorgeschoben, diesen Querschnitten entsprechende, lange, aber dünne Holzstäbchen (Holzdraht) zur Anfertigung der Zündhölzchen, Holzjalousien etc. erzeugen.

**Rundhobel.** Besteht aus zwei quer zylindrisch ausgehöhlten Hobeln, welche einander die Sohlen zukehren und durch zwei durchgehende Schrauben in bestimmter Entfernung gehalten werden. Durch Drehung um einen vorgeordneten Stab und Verschiebung längs desselben, arbeitet dieser Hobel die Oberfläche zylindrisch ab. Gebraucht wird er namentlich zum Rundhobeln von Holzapfen an Radspeichen.

**Speichenhobel (Schabhobel, Bastringue, Wastringue, Raclair, Spoke shave).** Der Hobelkasten ist wie ein umgekehrter Schiffhobel in der Längsrichtung etwas konkav, ebenso das etwa 110 mm lange und 14 bis 24 mm breite Eisen, oder besser Messer, welches in der Längsrichtung mit beiden Enden an der Hobelsohle festgeschraubt ist. Ferner besitzt der Kasten an jedem Ende einen in der Achsenrichtung liegenden Handgriff, so daß er wie ein Zugmesser, zum Glätten konvexer Oberflächen, z. B. an Radspeichen, geführt wird.

Da der Hobel ein ausserordentlich viel gebrauchtes Werkzeug ist, so kann es nicht befremden, daß man an ihm vielfach Konstruktion und Anlage mechanisch vollkommener herzustellen versucht hat<sup>1)</sup>. — Größtenteils bezwecken diese Konstruktionen Erleichterung in der genauen Einstellung der Eisen, größere Dauerhaftigkeit des Kastens, sowie bequemere Handhabung des Hobels und beruhen auf Anwendung von Metallteilen. Da diese bei den Holzarbeitern nicht beliebt sind, so finden solche Änderungen nur wenig Eingang. Die wesentlichen sind folgende: Zur Erhöhung der Haltbarkeit hat man nicht nur die Sohle des sonst ganz aus hartem Holze gebildeten Hobelkastens, sondern oft den ganzen Kasten aus Metall, gewöhnlich Eisen — seltener, weil verwerflich, aus Messing — angefertigt, oder auch an den der Abnutzung besonders unterworfenen Stellen sehr hartes Holz eingelegt. — Am Doppelhobel hat man die Deckplatte mitunter rechtwinklig von oben durch den Kasten gehend und mit feinen Stellvorrichtungen angeordnet. — Gelegentlich mag auch des Hobels erwähnt werden, der auf Rollen läuft, die aus der Sohle hervortreten (um die Reibung zu verringern), als eines Hobels, welcher der Bedingung nicht genügt, daß vor dem Eisen ein Druck auf das Holz stattfindet. — Mancherlei Versuche, einen Universalhobel zu schaffen, sind bis jetzt ohne praktische Erfolge geblieben.

**2. Metallhobel.** In der Metallverarbeitung kommt der Hobel ebenfalls in Anwendung, wenn auch nur in sehr seltenen Fällen, weil er namentlich durch die gegenwärtig vorhandenen kleinen Werkzeugmaschinen ersetzt wird. Der Metallhobel ist dem Holzhobel nachgebildet und unterscheidet sich von diesem nur durch einen schweren Kasten, der ganz aus Metall (Eisen) besteht oder wenigstens mit dicker Metallsohle versehen ist, und durch ein steil gestelltes, starkes Eisen, mit einem Zuschärfungswinkel von 60 bis 75°, das entweder wie ein Zahneisen oder ein Schrubisen beschaffen ist.

1) Dinglers Journ. 107, 326; 155, 252; 159, 418; 228, 304, 491; 242, 21; 243, 287; 249, 107; 259, 544; 274, 358; 287, 58; 290, 199; 307, 29.

## E. Hobelmaschinen, Bestoßmaschinen, Stemmaschinen.

Die Hobelmaschinen haben, wie schon der Name andeutet, als Bestimmung die Bearbeitung von Metall- und Holzstücken nach dem Begriffe des Hobelns. Da nun der Zweck, den die Arbeit des Hobelns erfüllen soll, auf sehr verschiedene Weise zu erreichen ist, so kann es nicht auffallen, daß auch die Maschinen, welche in die Gattung der Hobelmaschinen gebracht sind, in ihrem Wesen sehr voneinander abweichen. Wesentlich unterscheiden sich hier z. B. die Metallhobelmaschinen von den gebräuchlichen Holzhobelmaschinen. Während jene ausschließlich Meißel besitzen, die in geradlinigen Schnitten die Späne abnehmen, ist bei diesen die rotierende Bewegung des Werkzeuges Regel, die geradlinige eine selten vorkommende Ausnahme. Aus diesem Grunde müssen hier die Hobelmaschinen mit rotierenden Werkzeugen räumlich von denen mit geradlinig sich bewegenden Meißeln getrennt werden, d. h. es sind die Metallhobelmaschinen von den Holzhobelmaschinen abge sondert und den Holzhobelmaschinen vorangehend zu betrachten.

**1. Metallhobelmaschine** (Machine à raboter, Raboteuse, *Planing machine*<sup>1)</sup>. Das Werkzeug der Metallhobelmaschine ist ein Meißel (Stichel, Stahl, Outil, Burin, *Planing tool, Cutter*), der mit seiner Schneide in geraden Zügen von der Metalloberfläche Späne (bis zur Dicke von 10 mm), gewöhnlich aber etwa 1 bis 2 mm dick abhebt. Je nach den S. 245 näher dargelegten Verhältnissen kann die Schneide verschieden angeordnet sein. In der Regel ist sie geradlinig, oft aber auch abgerundet oder spitz. Die abgerundeten Schneiden sind vielfach (wie beim Abhobeln des Holzes) zum Abhobeln der oberen ersten Schicht in Anwendung, zum Abarbeiten aus dem Groben (Schroten, Dégrossir, Dérouter, *Rough planing*), während die geraden zum Ebenen (Schlichten, *Smoothing*) dienen. Nur wenn der Span seitwärts fortgenommen wird (S. 245 Fig. 283 C), ist auch die seitwärts stehende Schneide eine gerade, oft schräg gegen die Bewegungsrichtung gestellte.

Unter der Voraussetzung, daß eine größere Arbeitsfläche eben abgehobelt werden soll, kann die Arbeit nur streifenweise geschehen (S. 245). Aus diesem Grunde ist zwischen Arbeitsstück und Werkzeug eine gegenseitige Bewegung derart zu veranlassen, daß der Meißel nach und nach zu jeder Stelle des Arbeitsstückes gelangt. Dazu sind zwei rechtwinklig aufeinander stehende Bewegungen erforderlich und genügend. Diese beiden Bewegungen (Arbeits- und

<sup>1)</sup> Hart, Werkzeugmasch. S. 233. — Hesse, Werkzeugmasch. d. Wiener Ausstellung, S. 58. — Hütte 1856, Taf. 4 e f; 1857, Taf. 2; 1858, Taf. 5 u. 42; 1859, Taf. 3; 1867, Taf. 11; 1871, Taf. 10; 1874, Taf. 3 a b. — Wiebe, Skizzenbuch, 1869, Heft 65, Bl. 2, 3, 4; 1873, Heft 85, Bl. 6; 1873, Heft 86, Bl. 4. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1861, S. 301; 1865, S. 293; 1869, S. 792; 1870, S. 464; 1886, S. 557; 1888, S. 1012; 1891, S. 247, 1241; 1892, S. 1073; 1893, S. 419, 1078, 1580; 1896, S. 1341; 1900, S. 614, 943; 1901, S. 1636; 1902, S. 684, 1617, 1704. — Masch.-Konstr. 1869, S. 119; 1870, S. 157; 1871, S. 147 u. 201; 1872, S. 179; 1873, S. 340; 1877, S. 23; 1878, S. 87, 202, 277, 450; 1880, S. 341; 1881, S. 265; 1883, S. 361; 1884, S. 54; 1889, S. 9; 1891, S. 125, 203, 504; 1892, S. 147; 1894, S. 91; 1898, S. 143; 1899, S. 17 u. 97; 1900, S. 81, 104, 120, 202; 1901, S. 45 u. 171; 1902, S. 20, 43; 1903, S. 219. — Techn. Rundsch. 1901, S. 77; 1903, S. 57 u. 74. — Armengaud, Publ. ind. Bd. 1, Taf. 6—10, 21—23, 30—31; Bd. 2, Taf. 20; Bd. 3, Taf. 13; Bd. 9, Taf. 6; Bd. 11, Taf. 19; Bd. 14, Taf. 10; Bd. 15, Taf. 39; Bd. 16, Taf. 22; Bd. 17, Taf. 15; Bd. 28, Taf. 15. — Dingers Journal 190, 296; 215, 110; 216, 121; 217, 92; 218, 396; 223, 645; 224, 36; 225, 105; 229, 216; 230, 397; 234, 154; 244, 22, 427; 245, 189; 246, 314; 249, 326; 254, 145; 259, 350; 260, 367, 522; 262, 300; 267, 161; 269, 494; 271, 247, 398; 273, 352; 274, 78; 281, 104, 277; 291, 86; 299, 147; 314, 85, 102, 117; 316, 380. — Ztschr. f. Werkz. 1898, S. 244; 1899, S. 119; 1900, S. 142, 187, 328, 455; 1901, S. 42, 121, 171, 335, 562; 1902, S. 53, 97, 441, 487, 554.

Schaltbewegung, S. 246) werden entweder allein vom Werkzeuge, oder allein vom Arbeitsstücke oder vom Werkzeuge und Arbeitsstücke gemeinschaftlich ausgeführt. — Gewöhnlich findet die Bewegung in der Weise statt, daß das Arbeitsstück die Arbeitsbewegung, das Werkzeug die Schaltbewegung macht.

Erhält das Arbeitsstück die Arbeitsbewegung, so muß dasselbe fest auf einer beweglichen Unterlage (Tisch, Schlitten, Table, Plateau, *Table*) liegen, welche ihrerseits wieder gehörig sicher durch ein Gestell (Bett) zu unterstützen ist. Den Tisch bildet eine verhältnismäßig große und starke, gußeiserne Platte, die mit Vorrichtungen zur Befestigung des Arbeitsstückes (Aufspannen) und sicherer Führung auf dem Bette (Prismenführung) versehen sein muß. Zum Zwecke der Befestigung des Arbeitsstückes ist diese Platte (Aufspanntisch) selten mit Längsfurchen, mit Durchbrechungen auszustatten, in denen sich besondere Teile (Aufspannvorrichtungen<sup>1)</sup> der Größe und der Gestalt der Arbeitsstücke entsprechend verschieben und befestigen lassen, um die letzteren

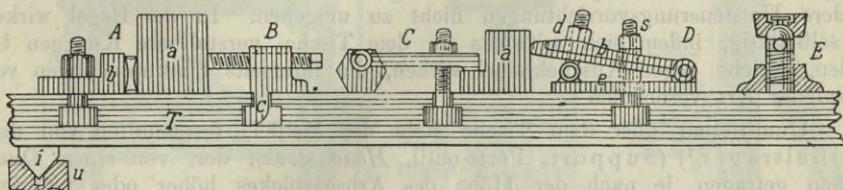


Fig. 311.

sicher festzuhalten. Diese Aufspannvorrichtungen, von denen stets mehrere notwendig sind, kommen in sehr verschiedenen Ausführungen zur Verwendung und müssen für viele Werkstücke eigens angefertigt werden. Als die gebräuchlichsten können die in Fig. 311 dargestellten gelten. Bei A erkennt man das Winkelstück b als Stütze für das Werkstück a, das oft durch einen dazwischen geschobenen Keil K erst festgelegt wird. Der Kloben bei B hat den Vorteil, daß er nur mit dem Fuß c in die Tischnut eingesetzt werden braucht. Bei dem Halter C ist das Klemmstück b drehbar an einem Sechskant befestigt, um in sechs Höhenlagen sich vorspringenden Teilen c der Arbeitsstücke anpassen zu lassen. Die Anordnung D besteht aus dem um einen Bolzen drehbaren Klemmer b, der, durch die Schraube d angezogen, sich gegen das Arbeitsstück a stemmt, während das Fußstück e vermittelt der Schraube s eine feste Verbindung mit dem Tisch T erhält. — Wenn die Arbeitsstücke eine solche Gestalt besitzen, daß sie nicht genügende oder genügend sichere Stützpunkte auf dem Tisch finden, oder nur in einer Lage gehobelt werden können, die besonders zu schaffen ist, so erhalten dieselben Stützen und Unterlagen. Hierzu eignen sich insbesondere einfache und doppelte Keile, namentlich aber Schraubböcke (Fig. 311 E) mit Köpfen K, welche sich wie ein Kugelgelenk bewegen und sich daher beim Hinaufschrauben immer an das Werkstück anschmiegen. — Zur Führung sind an der unteren Seite des Schlittens prismatische Ansätze i (Fig. 311), — gewöhnlich von dreieckigem Querschnitte — vorhanden, welche in entsprechenden Nuten des Bettes u gleiten. Die Hin- und Herbewegung des Tisches wird bei kleinen Maschinen oft durch einen Kurbelmechanismus oder auch, namentlich bei den Handhobelmaschinen, durch Hebel und Zugstange, Zahnstange mit Zahnradengriff, bei großen Maschinen aber durch Zahnstangen — mit Rad- oder Schneckengetriebe — oder durch Schraubenspindeln

1) Ztschr. d. V. d. Ing. 1903, S. 1177 u. 1216.

mit Mutter, mitunter durch Ketten erzielt. Da die Regelmäßigkeit der Bewegung, d. h. eine gleichförmige Geschwindigkeit für eine gute Wirkung notwendig ist, so sollte bei dem Kurbelmechanismus durch Einschaltung elliptischer Räder, Kulissenhebel etc. die Unregelmäßigkeit der Kurbelbewegung ausgeglichen werden. — Die Größe der Tischbewegung hängt von der Länge des Arbeitsstückes ab und ist dieser möglichst anzupassen, damit der Leergang nicht zu lange dauert; dieser Größe entsprechend ist auch die Umkehrung der Bewegung (Umsteuerung) früher oder später herbeizuführen. Bei einem Hebelmechanismus wird die Hublänge einfach durch die Hebellängen oder den Bewegungswinkel bestimmt. Bei der Kurbel genügt, — da eine Umsteuerung gar nicht erforderlich ist, weil die rotierende Bewegung der Kurbel durch die Lenkstange schon in eine hin- und hergehende umgesetzt wird, — die Anwendung der Schlitzkurbel mit verstellbarem Zapfen, dessen Entfernung von der Kurbelachse etwas mehr als die halbe Länge des Arbeitsstückes betragen muß. — Sind Zahnstangen oder Schraubenspindeln als bewegende Organe vorhanden, so sind besondere Umsteuerungsvorrichtungen nicht zu umgehen. In der Regel wirken sie selbsttätig, indem sich seitwärts an dem Tische verstellbare Knaggen befinden, welche gegen Ausrückhebel wirken, die ihrerseits Umkuppelungen verschiedener Art vornehmen.

Unmittelbar über dem Tische steht der Meißel, festgehalten von dem Meißelträger<sup>1)</sup> (Support, Porte-outil, *Head stock*), der, von einem Querbalken getragen, je nach der Höhe des Arbeitsstückes höher oder niedriger gestellt werden kann und die Schaltbewegung auf den Meißel überträgt. Um die Einstellung und die Schaltbewegung leicht herbeiführen zu können, ist der Querbalken mit beiden Enden in vertikalen Gestellteilen, an zwei Schrauben führbar, aufgehängt, die durch Drehung eine vertikale Verschiebung des Balkens verursachen. (Die feine Einstellung des Meißels geschieht dann am Supporte selbst.) Sodann ist der Support wieder längs des Querbalkens verschiebbar und zwar durch eine horizontale Schraube, die in dem Balken liegt und durch eine Mutter im Supporte geht. Am äußeren Ende trägt diese Schraube ein Sperrrad, auf welches ein Sperrkegel einwirkt, der von dem Umsteuerungsapparate unmittelbar nach dem Leergang in Tätigkeit gesetzt wird, und die Schraube um einen gewissen von der Spannbreite abhängigen Winkel dreht. — Damit der Meißel beim Rückgang nicht auf der Arbeitsoberfläche schleift, sondern sich davon abhebt, steckt er in einer an der vorderen Seite des Supportes angebrachten, kippenden Klappe, welche sich bei dem Arbeitsgang fest gegen den Support legt, beim Rückgang sich aber davon entfernt. Ferner ist bei dem Supporte die Anordnung zu treffen, daß man den Meißel zum Hobeln schräger Flächen einstellen kann, was gewöhnlich durch ein Drehen des Supportes in der Vertikalebene erreicht wird. — Zu bemerken ist noch, daß der Stahl mit der Schneide etwas aus der Vertikallinie rückwärts stehen muß, damit er bei einem etwaigen Nachgeben nicht tiefer in das Material eindringt (sich nicht fängt) sondern aus demselben austritt. — In der Regel schneidet der Meißel nur während der Tischbewegung nach einer Richtung (Arbeitsgang). Um in diesem Fall den durch den Leergang hervorgerufenen Zeitverlust zu verringern, gibt man dem Tische während der Rückbewegung eine größere Geschwindigkeit (Schneller Rückgang). Da der Zeitverlust vollständig aufhört, wenn der Meißel nach beiden Bewegungsrichtungen angreift, so sind vielfach Anordnungen gewählt, bei welchen eine Doppelwirkung erreicht wird und

<sup>1)</sup> Dingers Journ. 224, 36; 229, 216; 231, 14; 271, 247. — Zeitschr. f. Werkz. 1900, S. 35.

zwar nach drei Grundgedanken: erstens durch Anbringung zweier mit den Schneiden entgegengesetzt gerichteter Meißel, zweitens durch eine Einrichtung, welche den Meißel nach jedem Zuge um  $180^\circ$  dreht (springender Stahl) und drittens (am einfachsten) durch einen Meißel mit zwei gegenüberliegenden Schneiden.

In Figur 312 und 313 ist eine gewöhnliche Hobelmaschine in zwei Ansichten und einem Durchschnitte durch den Stichelträger bei S dargestellt, bei welcher das Arbeitsstück die Arbeitsbewegung, das Werkzeug die Schaltbewegung ausführt. Der Tisch A gleitet mit Prismenführungen auf dem Gestelle oder Bette B. An der Unterseite des Tisches sitzt bei C eine Zahnstange, in welche das Trieb a eingreift, das durch Räderübersetzung von den Riemenscheiben 1

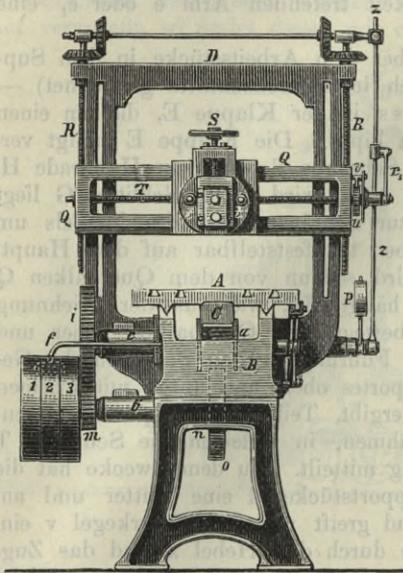


Fig. 312.

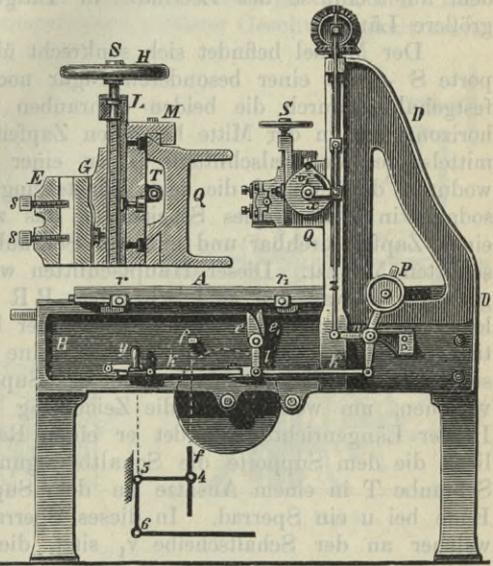


Fig. 313.

und 3 (2 ist eine Leerscheibe) die Bewegung erhält und zwar von der Riemenscheibe 1 für die Arbeitsbewegung, von 3 für den Rückgang mit größerer Geschwindigkeit. Zu dem Zwecke sitzt 1 auf der Welle b fest, während 3 mit dem Zahnrade m ein Stück bildet und sich um die Welle b dreht. Beim Arbeitsgang erfolgt nun die Bewegung von der Riemenscheibe 1 durch das Trieb n auf ein besonderes Zahnrad und von diesem durch ein Transporteurrad auf das Triebrad a, so daß eine zweifache Übersetzung vorhanden ist. Beim Rückgang dahingegen geschieht die Übertragung von 3 und m auf i und von hier direkt durch die Welle c auf a, also ohne ein Transporteurrad, so daß nicht nur die Umkehrung der Bewegung, sondern auch die größere Geschwindigkeit erreicht ist.

Die Bewegung des Riemen von 1 auf 3 und umgekehrt über 2 erfolgt am Ende eines jeden Hubes durch eine entsprechende Verschiebung des Riemenführers f, welcher deshalb mit einer horizontalen Stange verbunden ist, die durch einen Winkelhebel 4, 5, 6 bewegt wird, welcher die Drehung durch eine seitwärts neben dem Tische herlaufende Stange k, die bei 6 diesen Winkelhebel

angreift, nach jedem Hube erhält. Die Stange  $k$  sitzt nämlich an dem Steuerhebel  $l$ , der oben eine Gabel  $e e^1$  trägt (Stiefelknecht). Gegen diese Gabel wirken zwei an der Seite des Tisches sitzende Knaggen  $r$  und  $r_1$  und zwar  $r$  auf  $e_1$  und  $r_1$  auf  $e$  kurz vor Beendigung des Hubes so ein, daß der Hebel  $l$ , und infolgedessen die Stange  $k$  hin- und hergeschoben wird, was eine Verschiebung des Riemens durch den Winkelhebel  $6, 5, 4$ , der bei  $4$  mit dem Riemenführer  $f$  verbunden ist, veranlaßt. Durch Verstellung der beiden Knaggen  $r$  und  $r_1$  in einer Nut am Tische  $A$  ist die Umsteuerung für jede Arbeitslänge möglich und durch den Handgriff  $y$  läßt sich ferner ebenfalls sowohl die Umstellung als die Stillstellung veranlassen, da letztere bei der mittleren Stellung des Handgriffes eintritt, weil dann der Riemen auf der Leerscheibe  $2$  liegt. — Zur Vermeidung der beim schnellen Rücklauf eintretenden größeren Stöße gibt man dem am Schlusse des Leerlaufs in Tätigkeit tretenden Arm  $e$  oder  $e_1$  eine größere Länge.

Der Meißel befindet sich senkrecht über dem Arbeitsstücke in dem Supporte  $S$  — (in einer besonderen Figur noch im Durchschnitte gezeichnet) — festgehalten durch die beiden Schrauben  $ss$  in der Klappe  $E$ , die um einen horizontalen, in der Mitte liegenden Zapfen kippt. Die Klappe  $E$  hängt mittelst des Vertikalschlittens  $G$  an einer Schraube  $S$  mit dem Handrade  $H$ , wodurch dem Meißel die feine Einstellung erteilt wird. Der Schlitten  $G$  liegt sodann in Nuten eines Stückes  $L$ , das zur Schrägstellung des Meißels um einen Zapfen drehbar und mit den Schrauben  $tt$ , feststellbar auf dem Hauptschlitten  $M$  sitzt. Dieser Hauptschlitten wird sodann von dem Querbalken  $Q$  getragen, der an den zwei Schrauben  $RR$  hängt, die, wie aus der Zeichnung leicht zu erkennen ist, durch Kegelräder bewegt, den Querbalken höher und tiefer stellen. Der Querbalken, der seine Führung in den Schlitten des Gestelles  $D$  hat, ist zur Aufnahme des Supportes oben und unten mit Prismen versehen, um welche, wie die Zeichnung ergibt, Teile des Supportes fassen. In der Längenrichtung bildet er einen Rahmen, in welchem die Schraube  $T$  liegt, die dem Supporte die Schaltbewegung mitteilt. Zu dem Zwecke hat die Schraube  $T$  in einem Ansatz an dem Supportstücke  $M$  eine Mutter und am Ende bei  $u$  ein Sperrrad. In dieses Sperrrad greift nun ein Sperrkegel  $v$  ein, welcher an der Schaltscheibe  $v_1$  sitzt, die durch den Hebel  $x$  und das Zugstängelchen  $x_1$  von der Schaltstange  $z$  die Ruckbewegung empfängt, welche letztere der Schaltstange  $z$  durch den Winkelhebel  $w$  von derselben Stange  $k$  erteilt wird, welche den Hebel  $6, 5, 4$  bewegt, so daß die Schaltbewegung stets am Ende des Hubes eintritt. Ein Gewicht  $P$  an dem Kipphebel  $w$  dient dazu, den Steuerhebel  $l$  immer in seinen äußersten Lagen zu erhalten und den Übergang von einer Lage in die andere zu beschleunigen. — Um auf allen diesen Hobelmaschinen auch vertikale Flächen hobeln zu können, erhalten die Meißelträger noch eine besondere Schaltvorrichtung, welche die vertikale Schraube  $S$  oder deren Mutter ruckweise dreht, gewöhnlich von Kegelrädchen aus, wovon eins auf der horizontalen Spindel  $T$  oder zweckmäßiger auf einer besonderen Schaltwelle und das zweite mit Nut und Feder auf der Schraube  $S$  sitzt.

Die vorstehend beschriebene Hobelmaschine wird für Arbeitsstücke bis zu  $18$  m Länge und  $4$  m Breite ausgeführt, auch oft mit zwei Meißelträgern am Balken  $Q$ , mitunter außerdem mit Meißelträgern an den Ständern versehen.

Höchst vorteilhaft erweist sich die durch Fig. 314—315 vor Augen geführte Anordnung der Säulenhobelmaschine, bei welcher besonders hervorzuheben ist, daß der Meißelträger  $S$  auf einem Querbalken  $QQ$  angebracht ist, der mit einer starken Muffe oder Büchse  $M$  einseitig von der Säule  $D$  getragen wird, so daß über dem Tische  $A$  der Raum an einer Seite freibleibt und damit

nicht nur das Aufspannen der Arbeitsstücke wesentlich erleichtert, sondern auch das Behobeln sehr breiter Gegenstände ermöglicht wird. Die Einstellung des Querbalkens in der Höhenlage erfolgt längs der Säule D durch die von dem Handrad H mittelst Kegelräder *k* bewegte vertikale Schraube R mit Mutter in Q. Der Support S erhält seine Schaltung von der Schraube T mittelst der Schaltstange z, welche auf- und abbewegt wird und durch Einfallklinken in der oben beschriebenen Weise die Schraube ruckweise dreht. Die bei U sichtbare Welle kann in gleicher Weise geschaltet werden, um die eben erwähnte Vertikalschaltung des Meißels zu bewirken. Die Arbeitsbewegung des auf dem Bette B gleitenden Tisches A erfolgt durch Zahnstange C und Zahnrad 8, das von den Riemenscheiben J mit offenen und gekreuzten Riemen O und K mittelst der Zahnräder 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 angetrieben wird. Da die Riemenscheibe des offenen Riemens kleiner im Durchmesser ist und den Leerlauf veranlaßt, so findet dieser mit entsprechend größerer Geschwindigkeit statt.

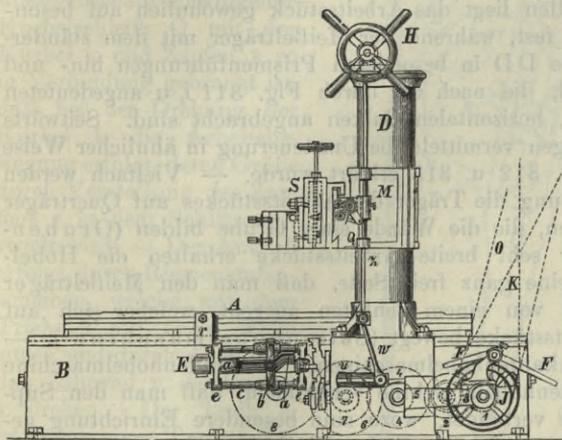


Fig. 314.

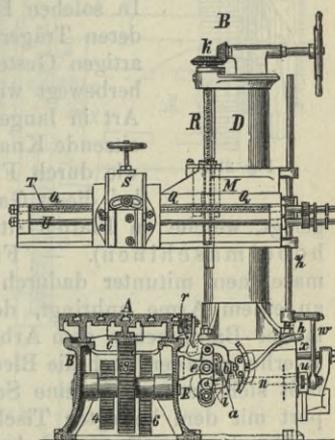


Fig. 315.

Die Umsetzung der Tischbewegung erfolgt durch Verschiebung der Riemen O und K mit Hilfe der Riemenführer FF, welche beide gleichzeitig so verschoben werden, daß stets ein Riemen auf die Losscheibe gelangt, während der andere auf die Festscheibe rückt. Zur Steuerung ist eine besondere sog. Drallumsteuerung und zwar seitwärts bei E am Bette B angebracht. Dieselbe zeichnet sich der sog. Stiefelknechtsteuerung gegenüber durch einen fast stoßfreien Gang aus und besteht aus einem Rahmen ee mit zwei parallelen Führungsstangen cc, längs welcher sich der Bügel b durch Anstoßen zweier Knaggen r verschiebt, die seitwärts zum Zwecke der Wegabmessung in Nuten verstellbar an der Seitenkante des Tisches sitzen. In dem Rahmen ee liegt um beide Enden drehbar eine kurze Achse aa mit einer schräg verlaufenden Kurvennut, in die ein Zapfen des Bügels b eintritt, so daß infolge der Verschiebung des Bügels b diese Achse eine kurze Drehung und zwar je nach der Tischbewegungsrichtung nach rechts oder links ausführt. Mit der Achse aa ist nun eine Welle verbunden, welche mittelst eines Zahnradsegments in die verzahnte Riemenführerstange eingreift und diese somit ebenfalls nach rechts oder links verschiebt. Gleichzeitig erfolgt durch eine Nebenwelle n und Kegelzahnrad bei i die Übertragung der Schwingung auf die Schlitzkurbel u und durch die Stange w auf die Schaltstange z. Unabhängig von der Tischbewegung läßt

sich der Rahmen ee von dem Handhebel h drehen und dadurch infolge Mitnahme der Achse aa die Verschiebung der Riemen, also auch die Aus- und Einrückung der Maschine von Hand bewerkstelligen. — Eine neuerdings wegen seiner Einfachheit vielfach verwendete Drallumsteuerung besteht (Fig. 316) aus einer Steuerwelle b mit dem Zylinder a, der einen Kamm c von der Form trägt, daß die an dem Tisch T verstellbar angebrachten Rollen nn bei ihrer Berührung mit c ohne Stoß den Zylinder abwechselnd links und rechts drehen. Durch eine Kurbel d an dem Steuerzylinder mit Stange e werden die Schwingungen auf die Riemenführer übertragen.

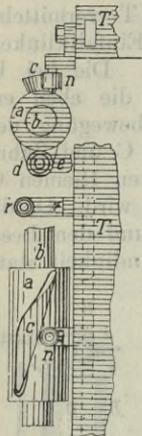


Fig. 316.

Sind die Arbeitsstücke größer oder besitzen sie ein so bedeutendes Gewicht, daß ihre Bewegung unverhältnismäßig viel Kraft beansprucht, so ist es zweckmäßiger, dem Werkzeuge neben der Schaltbewegung auch die Arbeitsbewegung zu erteilen. In solchen Fällen liegt das Arbeitsstück gewöhnlich auf besonderen Trägern fest, während der Meißelträger mit dem ständerartigen Gestelle DD in besonderen Prismenführungen hin- und herbewegt wird, die nach der durch Fig. 311 i, u angedeuteten Art in langen, horizontalen Balken angebracht sind. Seitwärts sitzende Knaggen vermitteln die Umsteuerung in ähnlicher Weise wie durch Fig. 312 u. 313 erklärt wurde. — Vielfach werden bei dieser Gattung die Träger des Arbeitsstückes auf Querträger

gelegt, welche an Platten sitzen, die die Wände einer Grube bilden (Grubenhobelmaschinen). — Für sehr breite Arbeitsstücke erhalten die Hobelmaschinen mitunter dadurch eine ganz freie Seite, daß man den Meißelträger an einem Arme anbringt, der von einem Schlitten ausgeht, welcher sich auf langer Bahn neben dem Arbeitsstücke bewegt (Seitenhobelmaschine<sup>1</sup>). — Hierher gehören auch die Blechkantenhobelmaschinen. Die Säulenhobelmaschine läßt sich dadurch in eine Seitenhobelmaschine verwandeln, daß man den Support mit dem bewegten Tische verbindet, wozu eine besondere Einrichtung getroffen ist. — Zum Behobeln großer vertikaler Flächen sind auch vertikale Hobelmaschinen ausgeführt<sup>2</sup>). — Die Hobelmaschinen mit festliegenden Arbeitsstücken erfordern unter gleichen sonstigen Verhältnissen nur die halbe Länge der anderen und demgemäß weniger Platz. — Tritt an die Stelle des hin- und hergehenden Tisches eine runde Scheibe, welche sich um die Mitte dreht, so entsteht die Kreishobelmaschine oder Drehmaschine mit stetigem Kreisschnitt, die bei der Drehbank näher beschrieben ist.

Hobelmaschinen für kleine Arbeitsstücke lassen insofern eine wesentliche Vereinfachung der Einrichtung zu, als der Meißel mittelst eines kurzen Schlittens die Arbeitsbewegung erhalten kann, während die Schaltbewegung in der Regel dem Arbeitsstücke durch entsprechende Verschiebung des Aufspanntisches erteilt wird, indem man von der früher häufig getroffenen Einrichtung dem Werkzeug auch die Schaltbewegung zu erteilen allgemein abgegangen ist, weil die Konstruktion im ersten Fall einfacher ausfällt. Man nennt sie gewöhnlich Feilmaschinen (Shapingmaschine, Machine à limer, Limeuse, Shaping machine, Shaving machine, Filing machine). Fig. 317 führt eine Feilmaschine vor Augen, welche mit selbsttätig verstellbarem Tisch ausgestattet ist.

<sup>1</sup>) Ztschr. d. V. d. Ing. 1891, S. 1242. — Dinglers Journ. 262, 300. — <sup>2</sup>) Ztschr. d. V. d. Ing. 1891, S. 1243.

An der Vorderwand des zur Aufbewahrung von Werkzeugen etc. kastenförmig hohl angeordneten Gestelles G befindet sich, in Prismen geführt, der Aufspanntisch A mit auswechselbaren Aufspannvorrichtungen T, durch die Schraube a und Schneckengetrieb s mit Handrad der Höhe des Arbeitsstückes ent-

sprechend auf- und niederschiebbar. — Bei S ist der Support sichtbar, der, mit Klappe und Vertikalschieber ausgestattet, wie bereits oben durch Fig. 312 und 313 beschrieben ist, an der Vorderfläche eines Schlittens e sitzt, welcher durch den Stein i und im Gestellkasten untergebrachte, schwingende Kurbelschleife O mit der Kurbel k und Zapfen z so in Verbindung gebracht ist, daß bei der Drehung der Kurbel k die Arbeitsbewegung erfolgt, deren Größe durch Verstellung des Zapfens z in dem Schlitzte geregelt wird. — Der Antrieb erfolgt durch Riemenstufenscheiben, welche mit dem Triebe t auf einer Welle sitzen und durch dieses und das Zahnrad u die Kurbel k drehen. Der Tisch A ist längs eines Tragstückes zum Zwecke der Schaltung wagrecht verschiebbar und zwar mittelst der Schaltschraube x durch den in der Nebenfigur gezeichneten Schaltapparat, dessen geschlitze Scheibe y mit der Kurbelwelle k fest verbunden ist. Der Support S läßt sich übrigens auch

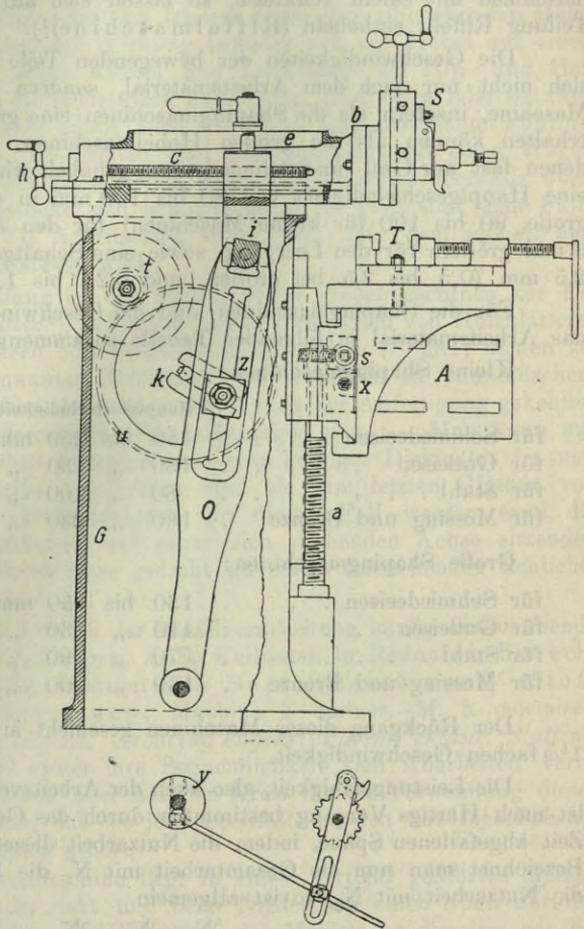


Fig. 317.

vor der Scheibe b unter beliebigem Winkel, sowie durch die Schraube c mit Handrad h für die Hublage einstellen.

Die Feilmaschinen besitzen ihrer Arbeitsweise wegen einen großen Verwendungskreis und dementsprechend manche besondere Einrichtungen. Die Bewegung des Schlittens erfolgt oft durch eine Zahnstange mit Kehräderwerk, wobei die Antriebsvorrichtungen ebenfalls höchst zweckmäßig im Innern des Gestelles untergebracht werden; mitunter wird die Schaltungsbewegung eine drehende (Rundhobelmaschine), das Arbeitsstück steckt dann, wenn es hohl ist, gehalten durch zwei eingepreßte Kegel, auf einem horizontalen Dorne, der von der Scheibe y aus geschaltet wird; nicht hohle Gegenstände werden durch Futter u. dgl. (s. Drehbank) mit einer anstatt des Dornes vorhandenen Spindel ver-

bunden. — Die Feilmaschine ist oft durch Anbringung eines Schwungrades oder eines Hebels mit Zugstange für den Handbetrieb eingerichtet und zum Festhalten des Arbeitsstückes nur mit einem Schraubstock versehen, der die Schaltbewegung erhält (Limeur, Étau limeur). — Versieht man Rundhobelmaschinen mit einem Teilkreise, so lassen sich auf Zylindern nach bestimmter Teilung Riffeln einhobeln (Riffelmaschine)<sup>1)</sup>.

Die Geschwindigkeiten der bewegenden Teile der Hobelmaschine richten sich nicht nur nach dem Arbeitsmaterial, sondern auch nach der Größe der Maschine, insofern als die Shapingmaschinen eine größere Arbeitsgeschwindigkeit erhalten können als die großen Hobelmaschinen. Die Hobelmaschinen (mit denen fast nur Guß- und Schmiedeeisen gehobelt wird) erhalten durchschnittlich eine Hauptgeschwindigkeit von 80 bis 100 mm in der Sekunde (80 bis 90 für große, 90 bis 100 für kleine Maschinen) für den Arbeitsgang und eine 2 bis 3 mal größere für den Leergang, sowie eine Schaltgeschwindigkeit von 0,25 bis 2,5 mm (0,5 bis 2,5 bei großen, und 0,25 bis 1,25 bei kleinen Maschinen).

Für die Shapingmaschinen sind die Geschwindigkeiten mit Rücksicht auf das Arbeitsmaterial in folgender Tabelle zusammengestellt.

#### Kleine Shapingmaschinen:

	Hauptgeschwindigkeit:	Schaltgeschwindigkeit:
für Schmiedeeisen . . . .	150 bis 250 mm	0,25 bis 1 mm
für Gußeisen . . . . .	130 „ 150 „	0,25 „ 1 „
für Stahl . . . . .	80 „ 100 „	0,25 „ 1 „
für Messing und Bronze .	180 „ 230 „	0,25 „ 1 „

#### Große Shapingmaschinen:

für Schmiedeeisen . . . .	130 bis 150 mm	0,3 bis 1,5 mm
für Gußeisen . . . . .	110 „ 130 „	0,3 „ 1,5 „
für Stahl . . . . .	70 „ 90 „	0,3 „ 1,5 „
für Messing und Bronze .	160 „ 200 „	0,3 „ 1,5 „

Der Rückgang dieser Maschinen geschieht in der Regel mit der  $1\frac{1}{3}$  bis  $1\frac{1}{2}$  fachen Geschwindigkeit.

Die Leistungsfähigkeit, also auch der Arbeitsverbrauch der Hobelmaschinen ist nach Hartigs Vorgang bestimmbar durch das Gewicht der in einer gewissen Zeit abgefallenen Späne, indem die Nutzarbeit diesem Gewichte proportional ist. Bezeichnet man nun die Gesamtarbeit mit  $N$ , die Leergangsarbeit mit  $N_1$  und die Nutzarbeit mit  $N_2$ , so ist allgemein

$$N = N_1 + N_2$$

oder weil a. a. O.

$$N_2 = aG$$

ist, wenn  $a$  die Nutzarbeit für 1 kg stündlich abgehobelt Metall in Pferdestärken und  $G$  das in der Stunde abgehobelte Metall in Kilogrammen bedeutet, so ist die Gesamtarbeit

$$N = N_1 + aG.$$

Die Arbeitseinheit  $a$  kann dann annähernd und bei mittlerer Spandicke im Durchschnitte für Stahl = 0,246, für Schmiedeeisen = 0,114, für Gußeisen = 0,113 und für Bronze = 0,028 Pferdestärke angenommen werden.

<sup>1)</sup> Dingers Journ. 244, 22; 253, 19.

**2. Holzhobelmaschine<sup>1)</sup>.** Die an dieser Stelle in Betracht kommende Hobelmaschine ist aus dem Bestreben hervorgegangen, die Handarbeit nachzunehmen und besteht demnach aus einem gewöhnlichen Hobeisen und einer machinalen Antriebsvorrichtung.

Entweder wird dabei der Hobel in hin- und hergehender Bewegung über das Arbeitsstück hinweggeführt oder das letztere gegen den stillstehenden Hobel bewegt. — Bei der ersten Art der Wirkung befindet sich der Hobel auf einem Schlitten oder Wagen, der durch Kurbel und Lenkstange die Hin- und Herbewegung erhält, und wobei die Hobelsohle nach unten, nach oben oder seitwärts gekehrt stehen kann. Mitunter erhält auch der Hobel eine senkrechte Führung nach Art der Guillotine. — Im zweiten Fall wird das Holz auf einen Wagen gelegt und dieser gegen das Hobelmesser geschoben, welches ebenfalls über, unter oder neben dem Holzstücke sich befinden kann. — Auch sind beide Fälle in der Art vereinigt, daß das Arbeitsstück unter oder über dem schnell hin- und hergehenden Hobel herbewegt wird.

Besonders in Anwendung ist das System dieser Hobelmaschinen zur Erzeugung dünner Fournierblätter<sup>2)</sup>, Schindeln und anderer Arten von Holzblättern. — Mit eingesetzten Schneidern oder Zündhölzchenhobeisen (S. 281) dienen sie zur Anfertigung von sogenannter Holzwohle, von Holzdraht zu Zündhölzchen, Jalousiestäbchen, Holzgeweben etc.<sup>3)</sup>, namentlich auch zur Anfertigung gekehlter Leisten zu Goldleisten, Bilderrahmen, Türeinfassungen usw. — Man kann auf solche Weise ohne Holzvrlust Fourniere von sehr geringer Dicke (bis  $\frac{1}{5}$  mm) und bis 3 m Länge herstellen. — Ferner sind sie zum letzten Glätten von Parkettstücken in hohem Grade geeignet. In diesem Fall werden wohl die Parkettafeln an einer vertikalen, auf einer sich drehenden Achse sitzenden Scheibe befestigt und so durch diese gedreht an einem feststehenden Schlichthobel vorbeigeführt.

**3. Bestoßmaschine.** Die bei der Metallverarbeitung häufig vorkommende Anfertigung von Nuten in Höhlungen, z. B. Keilnuten in Radnaben, hat wohl zuerst Veranlassung zur Konstruktion der Bestoßmaschinen<sup>4)</sup> (Stoßmaschinen, Nutstoßmaschinen, Machine à buriner, M. à mortaiser, Mortaiseuse, *Key grooving engine*, *Grooving engine*, *Paring engine*, *Slotting machine*) gegeben, während später ihre Bequemlichkeit zum Abarbeiten vertikaler Flächen an Arbeitsstücken aller Art den Kreis für die Verwendung dieser Maschine dermaßen erweiterte, daß sie jetzt ebenfalls zu den unentbehrlichsten in der mechanischen Werkstatt gehört.

Das Wesen der Bestoßmaschine liegt in einem vertikal geführten Meißel, der parallel zur Arbeitsfläche steht und beim Niedergang einen Span abstößt, beim Aufgang aber leer geht. Die Wirkung des Meißels ist dieselbe wie bei der Hobelmaschine; deshalb wird die Bestoßmaschine auch Vertikalhobelmaschine (Raboteuse verticale) genannt. Während der Meißel stets die Arbeits-

<sup>1)</sup> Exner, Werkzeuge und Maschinen zur Holzverarbeitung. Weimar 1881. — Richard, Wood-working machines S. 264. — Dinglers Journ. 118, 261; 244, 407; 257, 177. — <sup>2)</sup> Kronauer, Zeichn. Bd. IV, Taf. 9 und 10. — Armengaud, Bd. XIV, S. 329. — Dinglers Journ. 192, 22. — Arbey, Scierie etc. Taf. 5, 6, 7. — <sup>3)</sup> Dinglers Journ. 265, 57; 267, 433; 271, 49; 274, 296; 277, 324; 286, 221; 290, 78; 304, 75. — <sup>4)</sup> Hütte 1862, Taf. 21; 1864, Taf. 18; 1871, Taf. 10. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1857, S. 276; 1870, S. 528; 1891, S. 1149; 1892, S. 1074; 1894, S. 705 u. 1078; 1900, S. 1016; 1902, S. 84, 1704. — Publ. ind. Bd. 10, S. 157; Bd. 12, Taf. 21; Bd. 14, Taf. 10; Bd. 25, Taf. 23. — Masch.-Konstr. 1869, S. 340. — Jobard, Bull., Bd. VI, S. 44; Bd. XXX, S. 10. — Dinglers Journ. 128, 16 u. 40; 132, 3; 185, 23; 214, 104; 224, 550; 225, 105; 230, 6, 302; 267, 582; 268, 382; 269, 71; 275, 313; 299, 149. — Techn. Rundsch. 1900, S. 25; 1904, S. 73.

bewegung ausführt, erhält in der Regel das Werkstück die Schaltbewegung, die entweder geradlinig oder drehend ist. Der Tisch zur Aufnahme des Arbeitsstückes kann daher gewöhnlich eine drehende und zwei aufeinander rechtwinklig stehende Horizontalbewegungen machen, die zunächst zur richtigen Lage des Arbeitsstückes und dann zum Vorschub angewendet werden. Mitunter läßt sich derselbe für Aufnahme schräger Arbeitsstücke auch kippen.

Der Meißel sitzt in einem Werkzeugträger (Stößel) mit vertikaler Prismenführung an einem Ständer des Gestelles über der Mitte des Tisches. Der Werkzeugträger empfängt die Bewegung gewöhnlich durch eine Schlitzkurbel mit Zugstange (oft in der Weise, daß der Aufgang schneller vor sich geht), mit einem Riemenvorgelege. — Bei großen Stoßmaschinen wird die Schraube als Bewegungsmittel verwendet. — Die Schaltbewegung, welche rasch ausgeführt

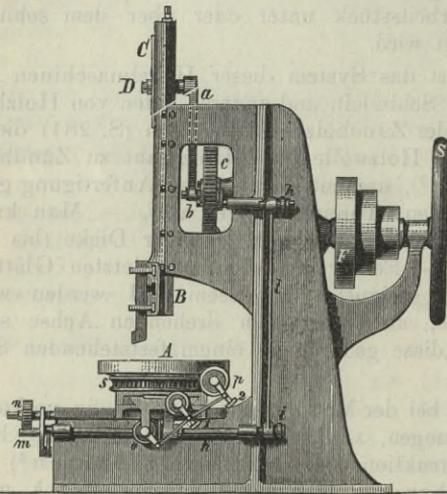


Fig. 318.

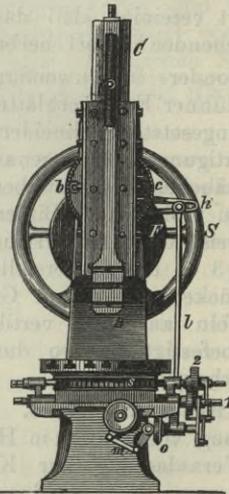


Fig. 319.

werden muß, erfolgt in der Regel durch unrunde Scheiben oder Nuten, welche ein Hebelsystem ruckweise in Tätigkeit setzen, das die Bewegung auf das entsprechende Schaltrad und durch dieses auf die Leitschrauben überträgt.

Zur näheren Erläuterung mag die in Fig. 318 und 319 in einer Seiten- und Vorderansicht gezeichnete Bestoßmaschine dienen. Bei dieser Maschine wird der Meißel durch ein paar Hülsen und Schrauben mit dem Werkzeughalter B, der den unteren Teil des Prisma BC (Stößel) ausmacht, verbunden. In diesem Prisma hängt eine Schraube, welche bei D den Zapfen der Zugstange a b aufnimmt, die am Ende b mit einer Schlitzkurbel verbunden ist, welche mit dem Zahnrade c ein Stück bildet. Das Zahnrad c endlich wird vermittelt eines Triebes in Drehung versetzt, das auf der Antriebswelle sitzt, welche durch die Stufenscheiben F den Umtrieb erhält, wobei das Schwungrad S die bekannte Funktion ausübt. Von der Welle des Zahnrades c gehen auch die drei Schaltbewegungen aus. Eine unrunde Scheibe neben dem Zahnrade c setzt einen horizontalen Hebel in plötzliche Schwingung. Diese Schwingung pflanzt sich durch die Stange l und einen Hebel bei i auf die Stange k fort. Von hier aus erfolgt zunächst durch den am Ende dieser Stange sitzenden Hebel m mit Hilfe von Schalthaken und Schaltrad n die Bewegung der Schraube, welche den Tisch A dem Gestelle nähert. Sodann wird durch ein Kegelrad auf der

Stange *k* das Kegelrad *o* und dadurch eine Stange *op* gerückt, welche die Schalthaken 1 und 2 trägt. Der Schalthaken 1 dient zur Drehung der Leitspindel, welche den Tisch geradlinig vor dem Gestelle herschiebt; der Schalthaken 2 aber zur Drehung einer Schnecke, welche in das Schraubenrad *s* eingreift, das an dem Tische *A* sitzt und letzterem daher eine ruckweise Drehbewegung erteilt.

Auch in der Holzverarbeitung kommen mitunter Bestoßmaschinen für bestimmte Zwecke vor. So z. B., um zur Bereitung der Holzzellulose in der Papierfabrikation sehr dünne Scheibchen rechtwinklig oder schiefwinklig gegen die Fasern abzustößen; ferner zum Bestoßen von Hirnenden z. B. auf Gehrung, d. h. unter  $45^{\circ}$  usw. Die Grundlage dieser Maschinen ist aus nebenstehender Fig. 320 zu erkennen, welche eine Gehrungsschneidmaschine [*Mitreing machine*<sup>1)</sup>] einfachster Konstruktion zeigt. Das scharf geschliffene Messer *B* gleitet an der vorderen Seite des Rahmens *A*, gehörig in Führungen gelegt, unter einem Winkel von  $45^{\circ}$  gegen das Arbeitsstück *H* und wird vermittelst eines Hebels *C* und Verbindungsstückes *D* niedergestoßen.

Bezüglich der Geschwindigkeit der Stoßmaschinen ist zu erwähnen, daß die kleinen Maschinen eine Arbeitsgeschwindigkeit von 120 bis 140 mm bei Schmiedeeisen, 100 bis 120 mm bei Gußeisen, 80 bis 90 mm bei Stahl und 140 bis 160 mm bei Messing und Bronze, mit 0,25 bis 1 mm Schaltgeschwindigkeit, sowie die großen bei 0,3 bis 1,5 mm Schaltgeschwindigkeit durchgängig um 10 mm geringere Arbeitsgeschwindigkeit besitzen. Der Rückgang erfolgt um  $1\frac{1}{3}$  bis  $1\frac{1}{2}$  mal geschwinder.

**4. Stemmaschine.** Die Stemmaschinen [*Machine à mortaiser*, *Mortising machine*<sup>2)</sup>] der Holzarbeiter haben mit den Bestoßmaschinen die Bewegung des Meißels insofern überein, als derselbe in der Regel vertikal, mitunter auch horizontal, und rechtwinklig gegen die Arbeitsfläche vordringt, weil sie besonders den Zweck haben, Schlitze und Löcher auszustemmen und Zapfen anzustemmen. Dabei arbeitet die Maschine gewöhnlich ein vorgebohrtes Loch weiter aus, weil dann die Arbeit wesentlich erleichtert wird, indem die abgestoßenen Späne sich besser entfernen. Um die Ecken der viereckigen Löcher scharf rechtwinklig zu erhalten, wird der Meißel oft als Viereisen (S. 268) konstruiert und stets so eingesetzt, daß er sich leicht um  $180^{\circ}$  drehen läßt. Der Meißel der Stemmaschine ist neuerdings vielfach als sog. Hohlstichel<sup>3)</sup> zur Verwendung gekommen, der aus einem Stahlrohre besteht, das äußerlich einen quadratischen und innen einen kreisrunden Querschnitt hat und im Innern einen Schneckenbohrer trägt, der das abgestoßene Holz in Späne verwandelt und aus dem Stichel heraus schafft. — Sei es nun, daß die Stemmaschine mit der Hand oder dem Fuße eines Arbeiters oder von Elementarkraft betrieben wird: fast

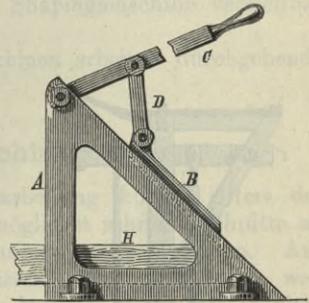


Fig. 320.

1) Dinglers Journ. 200, 181; 215, 399. — 2) Wertheim, Werkzeugkunde, Taf. 23. — Hart, Werkzeugmasch. S. 392. — Schmidt, Holzbearbeitungsmasch., Bd. 2, Taf. 9. — Exner, Werkzeuge etc. — Hesse, Bericht S. 264. — Hütte, 1867, Taf. 12. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1857, S. 69 u. 70; 1891, S. 168; 1894, S. 705. — Publ. ind. Bd. 11, Taf. 39 u. 40; Bd. 20, Taf. 35. — Richards, Wood working machines, S. 189. — Dinglers Journ. 123, 81; 168, 254; 174, 250, 329; 207, 450; 231, 26; 243, 82; 246, 364; 249, 488; 254, 58; 262, 399; 271, 105; 297, 220; 304, 125. — Techn. Rundsch. 1898, S. 32. — Ztschr. f. Werkz. 1903, S. 66. — 3) Ztschr. d. V. d. Ing. 1891, S. 168; 1894, S. 705.

in allen Fällen bekommt der Meißel die Arbeitsbewegung und das Arbeitsstück die Schaltbewegung und zwar letztere ebensowohl durch die Hand als selbsttätig.

Eine sehr gebräuchliche Stemmaschine für Fußbetrieb ist in Fig. 321 dargestellt. Das Arbeitsstück erhält als Unterstützung den Tisch T, welcher zwischen zwei senkrecht stehenden Holzstücken H H auf und nieder verschiebbar und in jeder der Größe des Arbeitsstückes passenden Höhe feststellbar ist. Der Meißel m sitzt in einem Kopfe der vertikalen, in Ösen geführten Stange B, die mit dem Querhebel C D verbunden ist, welcher durch eine Zugstange von dem Fußhebel F G vermittelt des Fußes niedergestoßen wird, wodurch der Beitel m in das Holz eindringt. Zum Ausziehen des Beitels aus dem Holze dient die

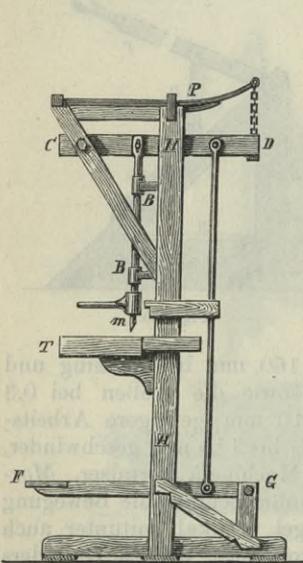


Fig. 321.

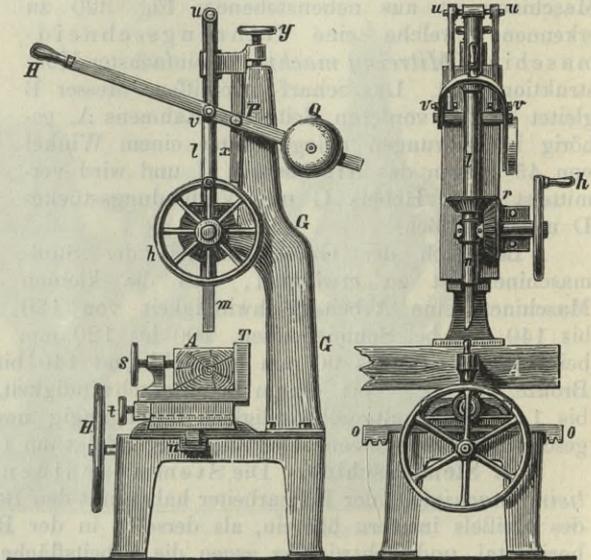


Fig. 322.

Fig. 323.

Blattfeder P, und zum Zurückhalten des Holzes ein verstellbares Lineal, welches mit einer vorspringenden Kante auf das Arbeitsstück geschoben wird. Der Kopf, welcher den Meißel mit der Stange B verbindet, ist durch einen Handgriff um  $180^{\circ}$  drehbar.

Die in Fig. 322 und 323 in der Seiten- und Vorderansicht gezeichnete Stemmaschine ist für den Handbetrieb eingerichtet, aber mit einem ebenfalls durch die Hand zu verstellenden Schaltmechanismus ausgestattet, um eine größere Regelmäßigkeit in der Bewegung herbeizuführen. Das Arbeitsstück A wird mittelst Klemmschraube s auf dem Tische T befestigt, der zur Einstellung zwei Bewegungen hat: eine durch die Schraube t erzeugte gegen das Gestell G und eine zweite, rechtwinklig zu der ersten, hervorgebracht durch das Handrad H, welches ein Trieb bei a dreht, das in die an dem Tische sitzende Zahnstange o o eingreift. Diese letzte Vorrichtung erzeugt auch die Schaltbewegung. Der Meißel m befindet sich in einem Kopfe n, der mit der Stange l drehbar verbunden ist, um mittelst der Kegelräder bei r und des Handrandes h um  $180^{\circ}$  verstellbar werden zu können. Die Führungsstange l wird bei u von zwei Zugstangen uv gefaßt, welche bei v mit dem Hebel HP niedergezogen werden, wodurch also der Meißel eingestoßen wird. Das Gegengewicht Q zieht

den letzteren wieder zurück. Um den Meißel der Dicke des Arbeitsstückes anpassen zu können, befindet sich der ganze Stoßmechanismus an einem Schlitten  $x$ , der in Führungen am Gestelle geht und durch die Schraube  $y$  entsprechend gestellt und festgehalten wird. — Zu erwähnen ist noch, daß diese Maschine auch als Holzbohrmaschine benutzt werden kann, um Löcher vorzubohren, die das Ausstemmen erleichtern.

Wird die Holzstemmaschine zum Betriebe mit Elementarkraft und mit selbststättiger Schaltung ausgestattet, so ist ihre Anordnung und Konstruktion fast ganz mit der in Fig. 318 beschriebenen Bestoßmaschine übereinstimmend, nur mit dem Unterschiede, daß eine Drehbewegung des Tisches wegfällt. — Mitunter wird auch wohl die zum Betriebe gebrauchte Kurbel über dem Meißelschlitten angebracht und der Tisch wie bei der Shapingmaschine verstellbar eingerichtet.

Mit Elementarkraft betriebene Holzstemmaschinen arbeiten durchgehends mit 450 mm Geschwindigkeit in der Sekunde.

## F. Sägen und Sägemaschinen.

**1. Sägen.** — In der Metall- und Holzverarbeitung kommt öfters der Fall vor, in einem Arbeitsstücke lange, tiefe und möglichst schmale Schnitte zu machen, namentlich um durch dieselben eine Trennung zu veranlassen. Auf Metall ist der Meißel hierzu nur bis zu einer gewissen Grenze anwendbar, weil er bei sehr schmalen Rinnen eine so geringe Breite besitzen muß, daß er nicht mehr imstande ist, ohne seitliche Verbiegung die ihn eintreibenden Hammerschläge aufzunehmen. Desgleichen würde ein Holzmeißel, wenn selbst als Nuthobel geführt, für sehr schmale und tiefe Schnitte, z. B. um einen Balken von 0,3 m Dicke durchzuschneiden, wohl kaum anwendbar sein. Ebenso wird der Meißel in der Gestalt des Messers oder des Beiles nur verhältnismäßig wenig tief mit der Schneide eindringen, weil er sich bald festklemmt.

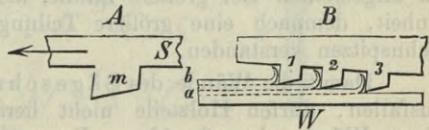


Fig. 324.

Man erreicht aber den in Rede stehenden Zweck offenbar sehr leicht dadurch, daß man den gehörig gestalteten Meißel  $m$  (Fig. 324 A), mit einer widerstandsfähigen Schiene  $S$  verbindet und diese in ihrer Längsrichtung vorwärts bewegt (so daß die Krafrichtung ganz in die Bewegungsrichtung fällt) und entsprechend niederdrückt. Der Meißel  $m$  braucht dann nur so weit vorzustehen, daß der abgehobene Span sich aufrollen und solange Platz nehmen kann, bis der Meißel aus dem Material heraustritt und der Span herausfällt. Bei dem Durchschieben des einen Zahnes durch das Material kann nur ein Span abgehoben werden, was, da die Dicke des Spanes nicht groß sein darf, die Arbeit sehr langsam fördern würde. Nun aber läßt sich verhältnismäßig viel Material abnehmen, wenn man die Dicke desselben teilt, so daß mehrere dünne Schichten entstehen, die zusammen weniger Kraft zur Abtrennung bedürfen, als die ganze Dicke im festen Zusammenhange und in unmittelbarer Reihenfolge abgestoßen werden können, was dadurch erreicht wird, daß man, statt einen Meißel durchzuschieben, mehrere unmittelbar aufeinander folgen läßt. — Fig. 324 B zeigt diesen Vorgang; der Meißel 1 nimmt den oberen Span, der Meißel 2 den zweiten, der Meißel 3 den dritten und so fort, ab. Das Arbeitsstück  $W$  ist demnach, wenn der letzte Meißel 3 bei  $a$  herausgetreten, um die Summe der Spandicken, also um  $a$  bis  $b$  dünner geworden.

Diejenigen Werkzeuge, welche aus einer solchen Schiene mit einer Anzahl hintereinander gestellter Meißel bestehen, heißen Sägen [*Scie, Saw*] <sup>1)</sup> und bilden wegen ihrer ausgedehntesten Anwendung und der vielfach verschiedenen Formen und Größen namentlich in dem Arbeitsapparate der Holzarbeiter eines der wichtigsten Stücke. Die Meißel werden Zähne (Sägezähne, *Dents, Teeth*) genannt, während die Schiene *S* den Namen Blatt (Sägeblatt, *Lame, Blade, Web*) führt.

Da die Säge gewissermaßen eine Multiplikation des Meißels ist, so muß vor allem auch hier die Beschaffenheit dieses Meißels von Wichtigkeit sein. — An den Metallsägen ist derselbe in der Tat ein kleiner Meißel mit geradliniger Schneide, der nach der allgemein geltenden Regel der schneidenden Werkzeuge zu bilden ist, daher einen Schneid- und Anstellungswinkel von erforderlicher Größe und die für Metallbearbeitung notwendige Härte besitzen soll. Da die Metallspäne nur dünn sind und wenig Raum erfordern, so können die Zähne klein sein, nahe zusammenstehen und durch Einfeilen an der Kante des Blattes hergestellt werden, weil der ausgefeilte dreieckige Raum (die Zahnücke, *Vide*) groß genug als Raum für die Späne ist. Hierdurch wird die Zahl der Zähne auf die Längeneinheit groß, was für die Wirkung erwünscht sein muß, und kann man etwa 5 bis 10 Zähne auf 1 cm Blattlänge annehmen. — Wesentlich anders ist aber der Zahn und die Zahnücke einer Holzsäge zu konstruieren, weil nicht nur das Holz ein tieferes Eintreten des Zahnes gestattet, sondern weil die ungleichartige Beschaffenheit dieses Materials, namentlich nach der Richtung, die der Schnitt zu den Fasern hat, besondere Berücksichtigung erheischt. — Zunächst muß die Zahnücke wegen der voluminösen Späne viel größer sein, als bei den Metallsägen. Dies fordert im allgemeinen viel größere Zähne, also eine kleinere Anzahl auf die Längeneinheit, demnach eine größere Teilung: unter Teilung die Entfernung zweier Zahnspitzen verstanden.

Damit die Wände des Sägeschnittes (*Chemin, Voie, Trait, Kerf*) glatt ausfallen, dürfen Holzteile nicht herausgerissen werden: sie sind also längs dieser Wände abzuschneiden. Darum liegt hier derselbe Fall vor wie bei verschiedenen Hobeln, die mit einem Vorschneidezahne versehen sein mußten (*S.* 277). Weil nun aber nicht jedem Zahne ein Vorschneider vorausgehen kann, so muß der Zahn selbst zugleich als Vorschneidzahn und Meißel wirken. Beides erreicht man, indem man (*Fig. 325 A*) die Meißelschneide *ab* gegen die Werkzeugachse *xx* neigt, weil dann im Punkte *a* sich 3 Flächen schneiden, die eine schneidige Spitze bilden. Da aber an jeder Seite der Säge solche schneidige Spitzen liegen müssen, so ist die Neigung der Schneide *a b* gegen die Achse abwechselnd auch in entgegengesetzter Weise *d c* anzubringen, so daß sämtliche Spitzen *a* an einer Seite und alle Spitzen *d* an der anderen Seite des Blattes liegen (*Fig. 325 N*). Die Neigung der Schneiden *a b* und *c d* gegen die Achse des Werkzeuges beträgt 70 bis 80 Grad. Der Zuschärfungswinkel *yxz* (*Fig. 325 B*) beträgt desgleichen 40 bis 60 Grad. Je nach der Form der Zähne ist der Winkel *xyu* (Brustwinkel) 45 bis 120 Grad, also auch der Schneidwinkel *yxv* 45 bis 120 Grad groß. Die Grundform des Sägezahnes ist immer ein Dreieck und zwar (*B*) entweder ein spitzwinkliges, ein rechtwinkliges oder ein stumpfwinkliges, wenn man die Zähne durch die Linie *uz* (Sägenrandlinie) begrenzt.

1) Exner, Sägen und Sägemaschinen. — Dominicus, Hdb. über Sägen. Berlin 1891. — Fischer, Die Holzsäge. Berlin 1879. — Mitt, d. Hann. Gew.-V. 1863, S. 5.

Bezüglich des Schneidens erkennt man sofort, daß bei der durch den Pfeil angedeuteten Bewegung das stumpfwinklige Dreieck am besten, das spitzwinklige am schlechtesten angreift und daß das rechtwinklige in der Mitte zwischen der Wirkung dieser beiden stehen muß. Man wird daher, wo tunlich die stumpf- oder rechtwinklige Zahnform anwenden, und nur in einzelnen Fällen diejenige eines spitzwinkligen Dreieckes.

Die Größe der Leistung einer Säge hängt, wie schon oben angedeutet, wesentlich mit von der Zahl der Zähne ab, die auf die Längeneinheit kommen, so daß man diese Zahl so groß als möglich machen soll. Damit nun aber auch der abgehobelte Span Raum hat, muß die Zahnücke entsprechend groß genommen werden und zwar um so größer, je weicher das Material, je länger der Schnitt und je dicker der Span ist. Deswegen sind die Lücken für Metallsägen klein, für gewöhnliche Holzsägen schon größer und für Holzsägen mit Elementarkraftbetrieb, also an Sägemaschinen, am größten. Um nun größere Lücken zu bekommen als sie durch Aneinanderreihung der Zähne (Fig. 319 C),

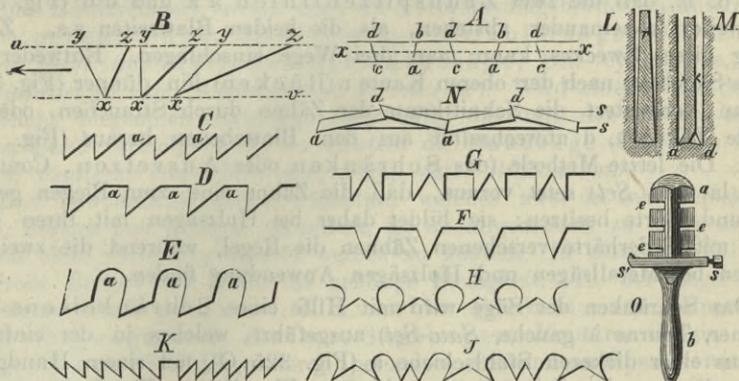


Fig. 325.

entstehen, kann man die Zähne weit auseinander setzen, also ein Stück *a* des Randes frei lassen, wie Fig. 325 D zeigt. Dadurch wird die Zahl der Zähne aber bedeutend vermindert. Vorteilhafter ist es deshalb, die Zähne so nahe als möglich zusammenzusetzen und dann (Fig. 325 E), an den Rücken derselben so große Aushöhlungen *a* anzubringen, als die Stärke der Zähne zuläßt; die so entstandenen Zähne heißen Wolfszähne (*Dent de loup*, *Gullet teeth*, *Briar teeth*) und finden sich in mancherlei Formen, namentlich an großen Sägen vor, während kleine Sägen in der Regel Zähne von der Form C besitzen, wobei jedoch zu bemerken ist, daß die Ecke bei *a* stets etwas abgerundet sein muß, damit sich hierin Späne nicht festklemmen.

Sägen, welche mit Zähnen von der Form C, D, E ausgestattet sind, können selbstredend nur in einer Richtung arbeiten. In manchen Fällen ist es aber erwünscht, die Sägearbeit auf beide Bewegungen zu verteilen. Um dies zu ermöglichen, wendet man oft die Form des spitzwinklig gleichschenkligen Dreiecks (Fig. 325 F), mit einem Rückenwinkel von höchstens 120 Grad, (wo dann das Dreieck ein gleichseitiges wird). Weil bei diesen Zähnen aber die Schneiden nicht gehörig auf den Angriff stehen, so ist es besser, je zwei Zähne abwechselnd einander gegenüber zu stellen, G, so daß sie Ähnlichkeit mit dem Buchstaben M haben und deshalb auch M-Zähne (*Dents à M*, *Mteeth*) oder Stockzähne genannt werden. Eine andere Form dieser Stockzähne tritt

ein, wenn man Wolfszähne als Grundform wählt, H; und eine eigentümliche Verzahnung entsteht durch Kombination dieser beiden in I. Einige Sägen werden dadurch in beiden Richtungen schneidend gemacht, daß man (K) die Zähne auf beiden Hälften entgegengesetzt stellt. — Bei sehr großen Sägeblättern, besonders Kreissägen, werden die Zähne mitunter als besondere Teile (Meißel) eingesetzt, wodurch namentlich das Anschärfen erleichtert und ein Auswechseln schadhafter Zähne möglich ist<sup>1)</sup>. Auch finden sich in einzelnen Fällen die Zähne als Glieder einer Kette [Kettensäge]<sup>2)</sup> zusammengefügt.

Das Sägeblatt erhält die Bewegung in der Richtung der Zahnspitzen. Hierbei ist eine durchaus gerade Führung weder mit der Hand noch mit der Maschine zu erreichen, da in letzterem Fall störende Erzitterungen der Blätter nicht abzuwenden sind. Darum würden bedeutende Klemmungen in dem Sägeschnitte und Reibungen an den Wänden stattfinden, wenn man dem Blatte nicht einen gewissen Spielraum in dem Schnitte gäbe, indem man es so konstruiert, daß der Schnitt etwas breiter ausfällt, als die Dicke des Sägeblattes beträgt, d. h., daß die zwei Zahnspitzenlinien a a und d d (Fig. 325 N), etwas weiter voneinander abstehen, als die beiden Blattseiten s s. Zur Erreichung dieses Zweckes kann man drei Wege einschlagen. Entweder macht man das Sägeblatt nach der oberen Kante r (Rücken) hin dünner (Fig. 325 L), oder man verbreitert die Schnittkante der Zähne durch Strauchen oder man biegt die Zähne a, d abwechselnd aus den Blattebenen heraus (Fig. 325 M und N). Die letzte Methode (das Schränken oder Aussetzen, Contourner, Donner la voie, Set) setzt voraus, daß die Zähne eine zum Biegen geeignete Länge und Härte besitzen; sie bildet daher bei Holzsägen mit ihren langen, oft nur mit Federhärte versehenen Zähnen die Regel, während die zwei ersten Methoden bei Metallsägen und Holzsägen Anwendung finden.

Das Schränken der Säge wird mit Hilfe eines Schränkeisens (Fer à contourner, Tourne à gauche, Saw-Set) ausgeführt, welches in der einfachsten Form aus einer dickeren Stahlschiene a (Fig. 325 O), mit einem Handgriffe b besteht, die an der Seite für verschiedene Blattdicken Einschnitte e besitzt. Mit einem passenden Einschnitte wird der Zahn gefaßt und durch Kippen des Werkzeuges herausgebogen. Das Maß des Ausbiegens je zweier Zähne (der Schrank, Set) richtet sich insofern nach der Blattdicke, als es niemals die doppelte Blattdicke erreichen darf, weil dann in der Mitte des Schnittes ein Holzstreifen nicht mehr von den Schneiden der Zähne abgehoben werden kann. Daher muß entweder während des Schränkens oder nachher eine Regulierung des Schrankes stattfinden, damit alle Zahnspitzen nicht nur in eine Linie zu liegen kommen, sondern damit auch diese Linien nicht zu weit von der Mittellinie entfernt sind. Um diese Regelmäßigkeit während des Schränkens hervorzubringen, gibt man dem Schrankeisen einen verschiebbaren Anschlag s, dessen Spitze s<sup>1</sup> gegen das Sägeblatt stößt. — Geschränkte Sägen kann man am einfachsten auf den passenden Schrank bringen, wenn man sie durch ein Paar Stahlbacken zieht, welche in einer entsprechenden Entfernung voneinander feststehen (weshalb der Schraubstock hierzu besonders brauchbar ist, wenn man nur ein Paar glatte Backen einlegt). — Von der großen Anzahl Werkzeuge und Vorrichtungen zum Schränken [Zangen, stempelartige, mit Druckschrauben oder Hebeln ausgestattete etc.]<sup>3)</sup> sind wenige in Gebrauch gekommen. — Das

1) Dinglers Journ. 217, 170; 271, 12; 277, 145; 286, 73. — 2) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1894, S. 706. — Dinglers Journ. 286, 127. — Zeitschr. f. Werkz. 1898, S. 279 u. 282. — 3) Dinglers Journ. 178, 335; 182, 8; 217, 274; 224, 375, 551; 225, 135; 230, 196; 242, 407; 256, 487; 258, 436; 277, 193; 281, 221; 289, 181. — Zeitschr. f. Werkz. 1901, S. 255.

Stauchen der Zähne findet vorteilhaft Anwendung bei den kleinsten Sägen, deren Zähne durch Einhauen mit einem Meißel gebildet und dabei gleichzeitig seitlich hinausgestaucht werden, als insbesondere bei sehr großen Holzsägen, deren Zähne sich nur schwierig biegen lassen<sup>1)</sup>.

Von großer Wichtigkeit für eine gute Wirkung der Sägen ist das Scharfhalten derselben durch Schärfen mit Feilen (Sägefeilen) oder besonderer Säge-schärfmaschinen, die mittelst Schmirgelschleifscheiben (s. Schleifmaschinen) wirken. Wesentlich erleichtert wird das Schärfen durch Anbringung von Löchern in den Sägeblättern, die von der Form der Zahnücken unmittelbar hinter diesen angebracht sind [Hinterlochte Säge]<sup>2)</sup> und daher zugleich die Entstehung richtiger Lücken sichern. Außerdem wird beim Betriebe dieser hinterlochten Sägen eine Art Ventilation und damit ein Kühlen der Säge und Fortschleudern der Späne hervorgebracht.

Die Sägezähne befinden sich nun entweder an der geraden Kante eines geraden Blattes oder an der Kreiskante eines kreisrunden Blattes oder an der Basis eines Hohlzylinders, so daß nach der Form des Sägeblattes zu unterscheiden sind die gerade Säge, die Kreissäge (Zirkularsäge, Scie circulaire, *Circular saw*) und Zylindersäge (Kronsäge, Scie cylindrique, *Crown saw, Cylindrical saw, Annular saw, Drum saw*). Wird eine gerade Säge aus einem leicht biegsamen Stahlband hergestellt, das mit den Enden zu einem endlosen Band vereinigt wird, so entsteht die Bandsäge (Scie sans fin, Scie à ruban, *Endless saw, Belt saw, Strap saw, Ribbon saw*).

Das gewöhnliche gerade Sägeblatt, welches zwar in sehr verschiedenen Dicken, Breiten und Längen vorkommt, ist im allgemeinen zu dünn und biegsam, um ohne weiteres gebraucht werden zu können. In einzelnen Fällen gibt eine große Breite oder Dicke die gehörige Steifigkeit. In der Regel werden diese Sägen jedoch gespannt, d. h. mit den Enden in einem rahmenartigen Gestelle (Sägestell, Gatter, Sägebogen, Monture, Châsis, *Frame*) befestigt, das ein Steifziehen durch besonders vorhandene Spannvorrichtungen gestattet. Danach kann man die Sägen einteilen in ungespannte und gespannte (Spannsägen, Scie montée, *Span-saw, Frame-saw*).

a) Ungespannte Sägen. Die kleinen mit einer Hand zu führenden Sägen dieser Art stecken entweder mit einer spitzen Angel in einem Hefte, oder sie sind mittelst Schrauben oder Nieten an einem, für das An-fassen bequem gearbeiteten Handgriffe befestigt. Die großen (zweimännigen) Sägen erhalten an jedem Ende einen Handgriff zum Fassen mit zwei Händen, der gewöhnlich durch Ösen gesteckt wird, die an dem Sägeblatte sitzen. Manche Sägen dieser Gattung bekommen noch eine Versteifung am Rücken durch ein Paar aufgenietete Schienen oder durch einen U-förmig gebogenen Metallstreifen (Rücken).

Die wichtigsten Handsägen ohne Spannung sind folgende:

Schrotsäge (Brettsäge, Dielensäge, Spaltsäge, Scie du scieur de long, S. de long, Passe partout, *Long saw, Pit saw, Whip saw*) (Fig. 326). Diese Säge dient zum Zerschneiden des Holzes zu Brettern, Latten etc. und wird in vertikaler Richtung von zwei Arbeitern so in Bewegung gesetzt, daß der Schnitt beim Niedergange erfolgt. Die Zähne sind dreieckige oder Wolfszähne und so angeordnet, daß ihre Spitzenlinie etwas gegen die Vertikale geneigt ist, was dadurch erreicht wird, daß das Blatt B sich nach

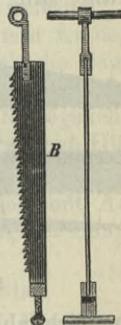


Fig. 326.

1) Dinglers Journ. 217, 274; 224, 374; 253, 362. — 2) Dinglers Journ. 271, 11. — Dominicus, Hdb. über Sägen. Berlin.

unten etwas verjüngt. Die Anbringung der Handgriffe ist aus der Zeichnung zu erkennen. Es sind dabei die Abmessungen <sup>1)</sup>

an deutschen Sägen:		an englischen:	
$L_1 =$	1,60 — 1,75 m	$L_1 =$	1,22 — 2,44 m
$b_1 =$	160 — 175 mm	$b_1 =$	180 — 300 mm
$b_2 =$	100 — 120 „	$b_2 =$	80 — 120 „
$d =$	2 — 2,4 „	$d =$	1,5 — 2,6 „
$t =$	25 — 35 „	$t =$	15 — 25 „

Quersäge (Passe-partout, *Cross cut saw*, Fig. 327). Wird horizontal geführt zum Querschneiden der Hölzer, weshalb die Hefte *a a* nach oben gestellt und auf Angeln oder in Ösen *o* befestigt sind. Weil die Bewegung gewöhnlich eine mehr oder weniger wiegende ist, so gibt man der Quersäge zweckmäßig einen Bauch (Bauchsäge, *Scie ventrue*, *Felling saw*), d. h. an der Zahnseite eine konvexe Krümmung *o m o*, welche zugleich den Vorteil gewährt, daß die Säge durch Abnutzung und Schärfen nicht

konkav wird, was sonst immer stattfindet, weil die in der Mitte sitzenden Zähne ja viel mehr beansprucht werden als die anderen. Die Zähne dieser Säge sind oft so angeordnet, daß sie nach beiden Richtungen schneiden, in welchem Fall die Form derselben ein spitzwinkliges Dreieck oder die der M-Zähne wird. Die Maße sind hierbei durchschnittlich folgende:

$L = 1,33$  m; 1,50 bis 1,60 m; 1,68 m.

$b_1 = 120$  mm; 145 mm; 170 mm.

$b_2 = 90$  mm; 110 mm; 130 mm.

$d = 1,50$  bis 2 mm.

$t = 15$ —23 mm für M-Zähne mit 12—36 mm Zwischenraum.

$t = 10$ —15 mm für gleichschenklige Zähne.

Zugsäge (Waldsäge, Bauernsäge, *Felling saw*) ist eine Quersäge mit stark gekrümmter Zahnspitzenlinie.

Fuchsschwanz (Fuchsschweif, *Scie à main*, *S. à manche d'égotine*, *Hand saw*, *Grafting saw*, Fig. 328), kommt in zwei Formen A und B vor.

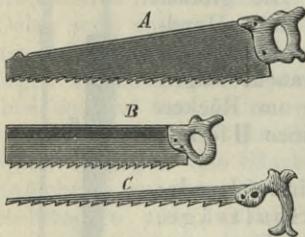


Fig. 328.

Das Blatt ist immer sehr breit, um die erforderliche Steifheit zu erhalten, gewöhnlich nach dem Griffende zu sich verbreiternd, oft auch in der Breite gleichbleibend, und mit einem aufgeschobenen Rücken (*Dossière*, *Dos*, *Back*) ausgestattet (Rückensäge, *Scie à dos*, *Back-saw*). Die große Breite gibt dem Fuchsschwanz eine sehr sichere Führung, weshalb die Schnitte höchst eben ausfallen. Die stumpfwinklig- und rechtwinklig-dreieckigen Zähne stehen auf den Stoß, d. h. sie kommen zum Angriffe, wenn der Arbeiter die Säge

von sich abbewegt. Die gewöhnlichen Dimensionen sind:

<sup>1)</sup> Bei den Abmessungen der Sägen sind folgende Bezeichnungen gewählt:  $L$  = ganze Blattlänge;  $L_1$  = verzahnter Länge;  $b$  = Breite des Blattes;  $b_1$  = größter;  $b_2$  = kleinster Breite des Blattes;  $d$  = Dicke des Blattes;  $t$  = Teilung;  $e$  = leerem Raume zwischen den Zähnen an der Sägenrandlinie;  $l$  = Zahntiefe oder Entfernung der Zahnspitzenlinie von der Sägenrandlinie.

L	=	150	—	750	mm
b <sub>1</sub>	=	63	—	228	„
b <sub>2</sub>	=	32	—	102	„
b	=	38	—	108	„
d	=	0,75	—	1,5	„
t	=	2	—	7	„

Stichsäge (Spitzsäge, Lochsäge, Scie à couteau, S. à voleur, S. à guichet, Passe-port, *Compass-saw*, *Lock-saw*, *Fret-saw*, *Key-hole saw*, Fig. 328 C). Der gewöhnliche Fuchsschwanz ist wegen seiner Breite nicht geeignet, krumme Schnitte, Schweifungen, Durchbrechungen, runde und andere Löcher auszuschneiden. Daher werden die Fuchsschwänze mitunter sehr schmal und das Blatt der Steifigkeit halber an der Zahnkante sehr dick gemacht, also auch die Zähne ohne Schränkung gelassen. Solche Fuchsschwänze führen dann die obige Benennung. Es finden sich daran durchschnittlich folgende Größen:

L	=	80	—	580	mm
b <sub>1</sub>	=	7	—	30	„
b <sub>2</sub>	=	0	—	6	„
d	=	0,9	—	1,6	„
t	=	2	—	5	„

Gratsäge. Dient zum Ausschneiden der schrägen Schnitte, welche die Seiten des Grates S. 279 bilden, zwischen denen der Grathobel das Holz weg- arbeitet, sowie in den Fällen, wo der Sägeschnitt auf breiten Flächen gebildet werden soll, namentlich wenn der Schnitt nicht bis ans Ende der Fläche reicht, Die Gratsäge besteht aus einem etwa 170 mm langen Blatte — (Stück einer zerbrochenen Säge) — welches in ein Holzstück mit einem Griffe so eingelassen ist, daß es der ganzen Länge nach um die Tiefe des zu machenden Schnittes vorsteht, und daß die Zähne mit der Brust dem Griffe zugekehrt — auf den Zug gestellt — sind.

Zapfensäge. Kleine Säge zum Abschneiden solcher Teile, die aus der Oberfläche des Arbeitsstückes heraustreten, z. B. der Zapfenenden, hervorragender Furnierteile (daher auch Fourniersäge) etc. Das Blatt muß hierbei mit der flachen Seite auf dem Arbeitsstücke liegend geführt werden. Es wird daher auf der unteren ebenen Fläche eines zum Anfassen bequem geformten Holzstückes von 100 mm Länge und 50 mm Breite durch Schrauben befestigt, so daß es auf die Arbeitsfläche gelegt, gehörig weit, etwa 10 bis 15 mm freiliegt und etwa wie der Buchstabe **L** aussieht, wo der horizontale Strich die Säge, der vertikale den Griff bedeutet. In der Regel ist diese Säge zweischneidig, d. h. so angeordnet, daß die Brustkanten sämtlicher Zähne der Mitte zugekehrt sind (Fig. 325 K), damit die eine Hälfte beim Hergange, die andere beim Hingange schneidet.

Absetzsäge. Diese Säge hat die Einrichtung eines Nuthobels mit Anschlag, nur mit dem Unterschiede, daß kein Eisen, vielmehr an Stelle der Zunge eine Säge vorhanden ist.

Quadriersäge. Ist eine Absetzsäge mit beweglichem Anschlag.

Doppelte Absetzsäge, doppelte Zapfenbrustsäge. Dient zur Erzeugung der zwei in einer Ebene liegenden, einander gegenüberstehenden Einschnitte zur Bildung von Zapfen, und ist aus Absetzsägen gebildet, welche mit zwei Schrauben so zusammengehalten und gegeneinander verschoben werden können, daß die Sägen mit den Zähnen einander zugekehrt in einer Ebene liegen.

Doppelte Zapfensäge, doppelte Schlitzsäge. Hat die Einrichtung eines Federhobels, in dem statt der zwei Hobeisen und Federn zwei Sägen parallel zueinander befestigt sind.

Einstreichsäge (Schraubenkopfsäge, *Screw head saw*). Dies ist die einzige Säge ohne Spannung, welche von dem Metallarbeiter gebraucht wird zum Einstreichen schmaler Vertiefungen, wie sie z. B. auf den Schraubenköpfen zum Einsetzen des Schraubenziehers vorhanden sind. Man kann sie als eine sehr kleine, aber dicke Fuchsschwanzsäge mit Rücken ansehen, indem das Blatt nur 50 bis 100 mm lang und von der Dicke des Einschnittes ist, einen Rücken besitzt, der zugleich die Tiefe des Einschnittes begrenzt und mit einem runden Griff, der in der Verlängerung des Rückens liegt, geführt wird.

b) Gespannte Sägen. Der Rahmen oder das Gestell, welches der Säge die Spannung geben soll, muß zunächst der Größe der Säge entsprechend groß, leicht und genügend widerstandsfähig hergestellt und mit Vorrichtungen ausgestattet sein, welche die Spannung nicht nur hervorbringen, sondern auch regulieren lassen. Während daher große Sägen (die nur beim Holzarbeiter vorkommen), mit hölzernen Rahmen gefaßt werden, sind für kleine Sägen, z. B. bei allen Sägen des Metallarbeiters, fast nur eiserne Sägestelle im Gebrauche. — Die Mittel zur Hervorbringung und Regulierung sind gewöhnlich sogenannte Knebel, oder Schrauben und Keile, wengleich letztere am seltensten angewendet werden.

Klobsäge (Fourniersäge, *Scie à refendre, Frame saw, Veneer saw*) (Fig. 329). Dient namentlich zum Zersägen größerer Holzklötze gewöhnlich aus edlem Holze in möglichst dünne Platten (Fourniere, Plaques, Feuilletts,

Feuilles de placage, *Veneers*), wobei es der Holzersparung wegen auf sehr schmale Sägeschnitte ankommt, weshalb auch die grobe Schrotsäge nicht gebraucht werden kann, sondern ein so dünnes Blatt genommen werden muß, daß eine besondere Spannung unumgänglich notwendig ist. Die Zähne sind stumpfwinklige oder rechtwinklige — selten (auf wimmerigem Holze) spitzwinklige — Dreiecke, mitunter auch Wolfszähne. Das Gestell besteht aus einem viereckigen Rahmen *abcd* aus Holz von etwa 600 mm Breite und von einer Länge, daß das Sägeblatt *B* bequem der Länge nach darin Platz hat. In der Mitte jedes der beiden Querhölzer *a* und *b* befindet sich ein zangenartiger Teil *A* zur Aufnahme des Sägeblattes, das mit Hilfe zweier Durchsteckstifte festgehalten wird. Das obere Ende dieses Blatthalters, welches durch das Querstück *a* tritt, bildet eine Schraube, welche durch Drehung der Mutter *w* angezogen wird

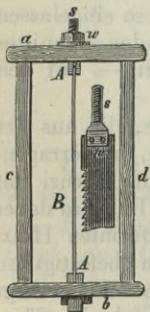


Fig. 329.

und daher die erforderliche Spannung in der Säge hervorbringt. Statt der Schraube Keile zu verwenden, wie bei *b* gezeichnet ist, und dann das Ganze aus Holz anzufertigen, ist nicht empfehlenswert. — Geführt wird diese Säge von zwei Arbeitern, welche die Querarme *a*, *b* als Handgriffe benutzen, in vertikaler Richtung so, daß die Säge nur beim Niedergang schneidet. Die Abmessungen sind wenig abgestuft; gewöhnlich ist

<i>L</i>	=	1,33	—	1,50	m
<i>b</i>	=	100	—	120	mm
<i>d</i>	=	0,5	—	0,8	„
<i>t</i>	=	6	—	12	„

Örtersäge (*Scie à débiter, Continental frame-saw*) (Fig. 330). Diese Säge ist die größte Handspannsäge der Holzarbeiter und findet zum Zer-

schneiden aller größeren Holzstücke Verwendung. Das Gestell wird aus drei Holzstücken, den beiden Armen (Hörnern) *ab* und *cd* und einem Längsstücke (Steg) *ef* zusammengesetzt. Jeder Arm liegt mit der Mitte in dem eingeschlizten Ende des Steges *ef* und bildet auf die Weise einen zweiarmigen Hebel mit dem Unterstützungspunkte am Steg. In die zwei gleichliegenden Enden *a* und *c* der Arme wird das Sägeblatt eingehängt, und an den beiden anderen Enden *b*, *d* die Spannvorrichtung als Schluß des Rahmens angebracht. Zum Einhängen sind die Sägeblätter an den Enden *m*, *m* mit zwei flachen Angeln versehen, welche in gespaltene, runde Zapfen der Knöpfe *nn* geschoben und mittelst kleiner durchgesteckter Bolzen befestigt werden. Diese runden Zapfen gehen durch runde Öffnungen

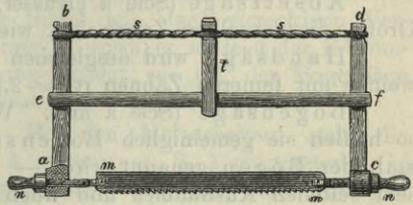


Fig. 330.

der Arme *ab* und *cd* und werden durch die drehbaren Knöpfe *nn* am Durchschieben verhindert. Die Spannvorrichtung besteht gewöhnlich aus einer festen Hanfschnur *ss*, die einige Male über die beiden Enden *b* und *d* der Arme geschlungen und durch einen eingesteckten Stab *t* (Knebel, Garrot, *Tongue*) zusammengedreht wird, womit durch die Verkürzung der Schnur die Spannung der Säge hervorgebracht ist. Das Holzstück *t* wird zur Verhinderung des Rückdrehens gegen den Steg gelegt. Statt des Knebels hat man auch wohl einen starken Draht durch die Arme gezogen, der am Ende mit einem Schraubengewinde versehen ist, auf dem eine Flügelschraube sich dreht, die sich gegen den Arm legt. Mitunter ist bei der Säge mit Knebel der eine Backen so eingerichtet, daß der runde Zapfen als Schraube in den Kopf *n* als Mutter eintritt, um durch Drehung der Mutter die Spannung zu regulieren. Da die beiden Backen *nn* sich um die Achse drehen lassen, so kann man das Blatt in beliebige Lage zum Gestelle bringen, was in vielen Fällen notwendig ist, z. B. damit bei sehr langen Schnitten der Steg dem Eindringen der Säge nicht hinderlich wird. Das Gestell kann auch zum Zusammenlegen angeordnet werden, um die Säge leicht transportieren zu können<sup>1)</sup>. — Gebraucht wird die Säge stets auf Stoß, weshalb die Zähne auch die Form des stumpfwinkligen oder gewöhnlicher des rechtwinkligen Dreieckes haben. — Die Abmessungen sind folgende:

L	=	780	—	850	mm
b	=	48	—	55	„
d	=	0,4	—	0,7	„
t	=	5	mm.		

Schließsäge (*Scie à tenon*). Unterscheidet sich von der Örtersäge nur durch die Dimensionen, welche sämtlich kleiner sind.

L	=	510	—	700	mm
b	=	39	—	48	„
d	=	0,4	—	0,5	„
t	=	3	—	4	„

Schweifsäge (*Scie à tourner*, *S. à chantourner*, *S. à échaner*, *Feuillet*, *Turning saw*, *Sweep-saw*, *Bow-saw*, *Chair-saw*). Die Örters- und Schließsägen haben so breite Blätter, daß man mit ihnen nur Krümmungen von großem Halbmesser verfolgen kann. Um aber Schweifungen auszuschneiden, muß das

1) Polyt. Zentr. 1874, S. 1143.

Blatt sehr schmal sein. Ein schmales Blatt ist daher der Charakter der Schweifsäge, die sonst mit der Schließsäge ganz übereinstimmt. Beim Ausschweifen muß das Blatt gewöhnlich auch in Löcher eingeführt werden, die keinen Ausschnitt bis an den Rand des Arbeitsstückes besitzen; um dieses zu ermöglichen, wird das eine Blattende zum Aushängen eingerichtet, indem man es mit einem Loche auf einen Haken des Backens hängt (Aushängesäge). Es ist hier

$$\begin{aligned} L &= 150 \text{ — } 500 \text{ mm} \\ b &= 2,5 \text{ — } 15 \text{ „} \\ d &= 0,4 \text{ — } 1,0 \text{ „} \\ t &= 3 \text{ — } 4 \text{ „} \end{aligned}$$

Absetzsäge (Scie à arrasser, *Tenon saw*) ist eine Schweifsäge mittlerer Größe, die denselben Zweck hat, wie die Absetzsäge ohne Spannung.

Handsäge wird desgleichen eine Schweifsäge mittlerer Größe genannt, welche mit feineren Zähnen ( $t = 2,5$  bis  $3,3$  mm) versehen ist.

Bogensäge (Scie à arc). Wenn die Sägen eiserne Gestelle besitzen, so heißen sie gemeinlich Bogensägen, weil das Gestell wegen seiner Gestalt der Bogen genannt wird. — Da die Spannsägen der Metallarbeiter mit sehr seltenen Ausnahmen und auch einige Sägen der Holzarbeiter eiserne Gestelle haben, so sind hier zwei Arten anzuführen.

Bogensäge für Metallarbeiter. Das Blatt dieser Säge ist kurz, nur 250 bis 350 mm lang und schmal, nämlich nur bis 18 mm breit. Die Zähne sind sehr klein —  $t = 1 \text{ — } 2$  mm bei den großen und  $t = 0,4 \text{ — } 1$  mm bei den kleinen Sägen. — Da sie demnach

nicht geschränkt werden können, so hat das Blatt den Querschnitt Fig. 325 L, S. 297. Die Zahnschneidkanten sind oft konvex bogenförmig aus denselben Gründen, welche bei der Quersäge (S. 300) erörtert wurden. Die Schneidkanten der Zähne stehen rechtwinklig zur Achse. — Das Gestell für grössere Sägen hat gewöhnlich die in Fig. 331 A gezeichnete Form. Der Bogen ab trägt an beiden Enden Kloben m, m' zur Aufnahme des Sägeblattes c, das mit zwei viereckigen Löchern auf ent-

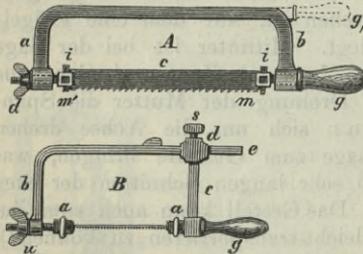


Fig. 331.

sprechende Haken i des Klobens gehängt wird. Der Kloben ist viereckig und hat auf allen vier Seiten einen solchen kurzen Haken, wodurch namentlich das Einhängen des Sägeblattes rechtwinklig zur Ebene des Gestelles gestattet wird. Einer der Kloben, nämlich der dem hölzernen Griff g gegenüberliegende (m'), ist zum Zwecke der Spannung der Säge am Ende mit einer Schraube versehen, die durch die Flügelmutter d angezogen wird. Mitunter findet man den Handgriff am oberen Bogenstücke bei g<sub>1</sub> (punktiert gezeichnet) angebracht. Da hierbei die von g<sub>1</sub> aufgenommene Kraft aber zu der unteren Kante des Sägeblattes parallel geht, so entsteht in bezug auf den Punkt, an dem die Säge schneidet, ein Drehmoment, das nicht nur die Führung, sondern auch die Arbeit der Säge sehr erschwert, weshalb der Griff stets bei g in der Verlängerung des Sägeblattes angebracht werden sollte. — Um mit der Bogensäge feine, krumme Einschnitte (Schweifungen) zur Erzeugung von Laubarbeit (Laubsäge, Scie à decouper, S. à contourner, S. à vider, *Piercing saw*) machen zu können, wird nicht nur das Sägeblatt sehr schmal, etwa 0,5 bis 2 mm breit, sondern auch sehr dünn, etwa 0,25 mm dick, gemacht. Gewöhnlich fertigt man sie aus Uhrfedern an und gibt ihnen eine Teilung von 0,4 bis 1,0 mm. Weil diese feinen Zähnchen nicht mehr gut eingefeilt werden können,

so stellt man sie durch Einhauen mittelst eines Meißels her. Der dabei entstehende seitliche Grat ersetzt genügend den Schrank.

Der Bogen dieser Säge (Laubsägebogen) (Fig. 331B), unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Sägebogen durch einen verhältnismäßig großen Abstand des Bügels von der Säge, um zunächst weit vom Rande des Arbeitsstückes sägen zu können; ferner dadurch, daß die Backen a zangenartig zum Festklemmen mittelst Preßschrauben eingerichtet sind, da die schmalen Blätter die Anbringung eines Loches zum Aufhängen nicht mehr gestatten, und endlich dadurch, daß der Bügel bc verlängert und verkürzt werden kann, damit sich auch kurze Sägeblattstücke, die durch häufiges Abbrechen entstehen, noch einspannen lassen. Zu dem Zwecke geht der Bügel mit einer viereckigen Verlängerung e durch eine Hülse d an dem Arme c, worin er mittelst der Klemmschraube s festgeklemmt wird. Die Spannung erfolgt wie bei der Bogensäge durch die Schraube bei u mittelst Flügelmutter.

Bogensäge für Holzarbeiter. Bei den Holzarbeitern steht die Bogensäge fast nur als Laubsäge (Scie à contourner, S. à marqueterie, G., d'horloger, *Piercing saw*, *Buhl saw*, *Inlaying saw*) ebenfalls zum Aussägen des Laubwerkes zu eingelegten Arbeiten aus Holz, Metall, Elfenbein etc. (Boule-Arbeiten) im Gebrauche und unterscheidet sich dann nicht von derjenigen der Metallarbeiter. Nur wird oft das Gestell ganz aus Holz und bis 250 mm Entfernung des Bügels von dem Blatte gemacht. — Auch die Handsäge wird nicht selten durch Einspannen in ein eisernes Gestell als Bogensäge angeordnet.

**2. Sägemaschinen** <sup>1)</sup>. An verschiedenen Stellen dieses Buches ist schon darauf hingewiesen, wie einerseits die Notwendigkeit eines großen Kraftbedarfes und einer größeren Sicherheit in der Arbeit, d. h. in der Führung des Werkzeuges, und andererseits Zweckmäßigkeitsgründe zur Erfindung und Anwendung von machinalen Vorrichtungen zur Führung des Werkzeuges Veranlassung geworden sind. Zu diesen allgemeinen Gründen tritt bei der Verarbeitung des Holzes noch insofern der besondere hinzu, als eine verhältnismäßig sehr große Geschwindigkeit nicht nur die Quantität der Arbeit, sondern auch die Qualität derselben bedeutend erhöht.

Bei den Holzsägen namentlich liegt eine sehr gewichtige Veranlassung zur Konstruktion der Sägemaschinen (Scierie, *Sawing machine*) deshalb vor, weil das von der Natur fertig gelieferte Material, der Baumstamm, selten im ganzen oder in gespaltenen Stücken, sondern fast immer in durch Sägen hergestellten Teilen (Bohlen, Bretter, Latten etc.) Verwendung findet. Die Sägemaschine kann aber auch bei der weiteren Ausarbeitung der Rohformen mit großer Schnelligkeit und Genauigkeit eine weitgehende Annäherung an die zu schaffende Form herbeiführen und dadurch die immer teure Nacharbeit durch Hobeln etc. auf das geringste Maß beschränken. Daher bleibt die Sägemaschine in der Holzverarbeitung, nicht nur zur Herstellung der Rohformen sondern auch zur Ausarbeitung derselben, eine der wichtigsten Maschinen, welche der großen

<sup>1)</sup> Rühlmann, Allg. Masch.-Lehre, Braunschweig 1876. 2. Aufl. Bd. 2. — Arbey, Scieries et machines-outils. Paris 1865. — J. Richards, Wood-working machines S. 113. — Hesse, Werkzeugmasch. d. Wiener Ausst. S. 183. — Masch.-Konstr. 1869, S. 172; 1871, S. 185, 197 u. 245. — Exner, Werkzeuge etc. — Fischer, Holzsäge etc. in Schneidemühlen, Berlin 1879. — Kankelwitz, Betrieb der Schneidemühlen, Berlin. — Holzapfel, Turning and mechanical manipulation, Bd. II. — Fischer, Werkzeugmaschinen, Bd. 2. — Glasers Ann. 1891, S. 180, 199.

Mannigfaltigkeit der Arbeit entsprechend, namentlich in bezug auf Größe und Bewegungsart, vielfache Unterschiede darbietet.

Wie bei jeder Werkzeugmaschine, so ist auch bei der Sägemaschine eine Arbeits- und eine Schaltbewegung vorhanden, welche entweder beide dem Arbeitsstücke oder dem Werkzeuge allein zukommen, oder auf beide verteilt sein können. Im vorliegenden Fall erhält aber das Werkzeug, also die Säge, stets die Arbeitsbewegung, das Arbeitsstück mit wenigen Ausnahmen die Schaltbewegung. Die Arbeitsbewegung ist dann entweder eine hin- und hergehende oder eine fortlaufende.

Für die hin- und hergehende Bewegung ist die Sägemaschine nach Art einer gespannten Säge mit einem oder mehreren Blättern ausgestattet, welche entweder, wie bei der Fourniersäge (Fig. 329) in einem Rahmen sitzen, der vertikal oder horizontal in Prismenführung geht; oder die Säge befindet sich wie bei einer Örtersäge (Fig. 324) zwischen zwei parallelen Armen ausgespannt, die an einem Schieber sitzen, der die Bewegung ausführt. — Ist dahingegen die Säge fortlaufend wirkend, so sitzen ihre Zähne an der Kante eines Stahlbandes ohne Ende, welches wie ein Riemen über Scheiben liegt und durch Drehung der letzteren bewegt wird, oder an dem Rand einer kreisrunden Stahlscheibe, die sich um ihre Achse dreht.

Man kann daher die Sägemaschinen zweckmäßig einteilen in

1. Rahmensägemaschinen,
2. Bandsägemaschinen,
3. Kreissägemaschinen.

1. Rahmensägemaschinen (Scierie à châssis, *Frame saw*). Der bei diesen Sägen vorkommende, charakteristische Teil ist der Rahmen, welcher rund herum geschlossen ist und das Sägeblatt zwischen sich nimmt, wie bei der Fourniersäge, oder erst durch das Sägeblatt geschlossen wird, welches die zwei freistehenden Arme des offenen Rahmens verbindet, wie bei der Örtersäge und Bogensäge. — Der geschlossene Rahmen heißt das Gatter (Châssis, *Porte scie*, *Frame*) und deshalb die hiermit ausgestattete Sägemaschine die Gattersäge. Die mit offenem Rahmen versehene Sägemaschine dahingegen wird wegen der hauptsächlich von ihr ausgeführten Arbeit des Ausschneidens Ausschneid- oder Dekoupiersäge genannt.

a) Gattersägen<sup>1)</sup>. Die Gattersägen bilden den wichtigsten Teil derjenigen Anlagen, welche unter dem Namen Sägemühlen oder Schneidemühlen (Scierie, *Saw mill*) bekannt sind und wesentlich die Bestimmung haben, Baumstämme oder Holzklötze entweder der Länge nach zu zerschneiden oder oft nur durch Entfernung der äußeren Segmentstücke (Schwarten, Schellstücke, Flache, Dosse, *Slab*) vierkantig zu beschneiden (abschwarten).

Das Sägeblatt einer Gattersäge ist je nach dem zu schneidenden Holze und der Dicke der Bretter, Latten etc. sowohl in bezug auf Verzahnung als auf Dimensionen verschieden. Bei den Sägen zum Brettschneiden besteht die Verzahnung in der Regel aus Wolfszähnen (Fig. 325 E), mitunter auch aus

1) Hütte, 1855, Bl. 11; 1857, Bl. 16; 1862, Bl. 25; 1864, Bl. 34; 1865, Bl. 24. — Wiebe, Skizzenbuch, Heft 12, Bl. 5, 6; 1872, Heft 80, Bl. 1—6. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1861, S. 235; 1862, S. 269, 315, 409, 465; 1863, S. 315; 1866, S. 521; 1889, S. 225; 1894, S. 209; 1901, S. 685, 813. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 3, Taf. 18 u. 19; Bd. 9, Taf. 11; Bd. 14, Taf. 5, 15, 40. — Prakt. Masch.-Konstr. 1868, S. 5, 21, 53, 96, 128, 307; 1870, S. 28; 1871, S. 185 u. 196; 1873, S. 98; 1875, S. 322; 1883, S. 330; 1888, S. 99, 182; 1895, S. 157. — Dinglers Journ. 147, 403; 166, 481; 170, 319; 182, 7; 185, 100; 230, 299; 232, 198; 243, 106; 248, 269; 250, 61, 341; 253, 88; 257, 92; 259, 219; 260, 364; 267, 385; 271, 1; 274, 206; 277, 145; 281, 200; 286, 73; 289, 176; 296, 29; 299, 6; 304, 1. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 33, 319; 1898, S. 265, 331, 366; 1900, S. 139; 1901, S. 257; 1904, S. 47.

einfachen, rechtwinkligen, selten gleichschenkligen Dreieckszähnen (Fig. 325 C). Soll die Säge auf beiden Wegen schneiden, so ist die Zahnform entweder spitzwinklig gleichschenkelig (Fig. 325 B und F) oder backenzahnartig mit den Formen (Fig. 325 G, H, I. — Wenn auch die Gattersägen zu den Spannsägen gehören, so müssen sie doch verhältnismäßig dick und breit sein, um beim Schneiden den gehörigen Widerstand zu leisten. Namentlich fördern dicke Blätter in weichem Holze die Arbeit, weil eine größere Schnittfläche entsteht, die das Abnehmen grober Späne zuläßt. Der Steifigkeit halber nimmt man die Blätter so kurz als möglich, weil lange Blätter sich wegen der leicht entstehenden Verdrehung oft verlaufen. Ihre verzahnte Länge muß aber stets größer als die Dicke des Arbeitsstückes sein; sonst würden bei einem bestimmten Hube einzelne Zähne leer gehen oder gar nicht aus dem Arbeitsstücke heraustreten, also auch die Späne nicht abwerfen können.

Bretter aus edlem Holze zum Belegen gewöhnlicher Hölzer stellt man in der Regel recht dünn her, z. 8 bis 10 Bretter aus der Dicke von 25 mm und nennt sie Furniere. Um in diesem Fall durch den Schnitt möglichst wenig Holz zu verlieren, werden die Furniersägeblätter sehr dünn genommen. Ferner fordert bei dieser Arbeit die zum Teil wimmerige und ästige Beschaffenheit, die Härte und Brüchigkeit der Hölzer Sägen von geringem Schrank und mit kleinen spitzigen Zähnen ausgestattet, die, in einer Richtung arbeitend, in der Regel stumpfwinklig mit einem Spitzenwinkel von 56 Grad, in beiden Richtungen arbeitend, oder spitzwinklig gleichschenkelig sind mit einem Spitzenwinkel von 26 Grad, und für die Aufnahme der Späne entweder große Zahn-lücken durch die Form Fig. 325 F, oder durch Wolfszähne erhalten.

Als Abmessungen (siehe S. 300, Anmerkung 1) dieser Sägen können folgende gelten:

	Brettsäge:			Furniersäge:		
L =	1,2	— 2,1	— 2,2 m	1,5	— 2,5	m
L <sub>1</sub> =	0,9	— 1,7	— 1,9 m			
b =	125	— 175	— 250 mm	100	— 300	— 900 mm
d =	1,25	— 1,75	— 2,5 „	0,3	— 1,1	mm
t =	21	— 30	— 50 „	6,3	— 12,7	mm
e =	6	— 8	— 25 „			
l =	16	— 24	— 30 „			

Das Gatter bildet einen viereckigen Rahmen, dessen Längsseiten (Gatterschenkel, Gatterstäbe) die Führungen erhalten, und dessen Querseiten (Gatterriegel) die Säge aufnehmen. — Je nach der Zahl der Sägen, welche im Gatter sitzen, und je nach der Stellung derselben werden die Gatter besonders benannt. Sitzt eine Säge in der Mitte, so entsteht das Mittelgatter oder Blockgatter (*Sash-saw*). Sitzt dieselbe an der Seite, wie dies z. B. beim Säumen und Abschwarten zweckmäßig ist, so heißen die Gatter Endgatter (Seitengatter, Saumgatter). Ein Gatter mit zwei Sägen führt den Namen Doppelgatter auch Saumgatter, während endlich ein Gatter mit mehr als zwei Sägen ein Bundgatter oder Vollgatter genannt wird. — Bei allen diesen Gattern kommt es nun nicht darauf an, die Sägen einzubringen und zu spannen, sondern auch wesentlich darauf, ihr die feste Lage zu sichern und ihren Abstand der jedesmaligen Brettstärke bequem anpassen zu können.

Zur Verbindung der Säge mit dem Gatterriegel dient die sogenannte Sägekappe<sup>1)</sup>, welche in der einfachsten Form der entsprechenden Vorrichtung an der Furniersäge (S. 302, Fig. 329) gleicht, aber zweckmäßiger aus zwei

1) Dinglers Journ. 241, 173; 246, 454.

Stahlscheiben *a a* Fig. 332 besteht, welche das Sägeblatt *s* mit den zwei angeschraubten, hakenförmigen Backen *b b*, und nach oben den viereckigen Spannbolzen *A* aufnehmen, der durch den Gatterriegel *R* gestreckt und durch die Mutter *m* angezogen wird. — Zur Verschiebung der Blätter bestehen die Gatterriegel aus zwei flachen, parallelen Schienen *R*. — Das Gatter selbst, welches bei seiner Aufwärtsbewegung eine tote Last bildet, ist zwar kräftig und steif, aber auch so leicht als möglich zu konstruieren, weshalb die Verwendung von Holz, Stahl und Hohlkörpern zu den Gatterstäben besonders empfehlenswert ist.

Die Führung des Gatters, welche gewöhnlich geradlinig erfolgt und sehr genau stattfinden muß, wird in der Regel durch Hohl- und Vollprismen bewirkt, welche zum Teil am Gatter, zum Teil an aufrecht stehenden Ständern (Gattersäulen) sitzen und entweder rund, viereckig oder schwalbenschwanzförmig ausgebildet sind. — Die Bewegung des Gatters wird durch Kurbel- oder Krummzapfen von einer Welle (Gatterwelle) vermittelt, welche meistens

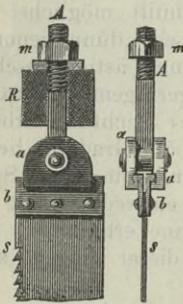


Fig. 332.

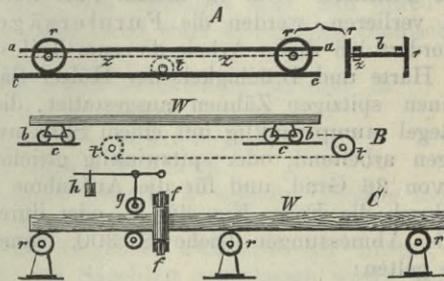


Fig. 333.

unterhalb des Gatters angebracht und durch Lenkstangen mit dem Gatter verbunden ist. Entweder ist nur eine Lenkstange vorhanden, die dann am unteren Ende angreift, oder es gibt deren zwei, die sehr oft, wegen der Raumersparung in der Höhe seitwärts mit dem Oberriegel verbunden werden. Die Anordnung zweier Lenkstangen verdient konstruktiv immer den Vorzug, wenn auch, namentlich bei Mittelgattern, oft nur eine Lenkstange angewendet wird. Um bei der Verbindung der Lenkstange mit dem Zapfen kleine Abweichungen ohne Klemmungen zuzulassen, wendet man zweckmäßig Kugelzapfen, und, um die Lenkstangen recht leicht zu machen, auch hierzu Holz als Material an.

Die Gatterwelle erhält ihren Antrieb von Wasserrädern, Dampfmaschinen oder Windrädern, gewöhnlich durch Riementransmission, mitunter auch direkt, und bewirkt sowohl die Arbeits- als die Schaltbewegung in der Weise, daß die Säge die Arbeits- und das Arbeitsstück die Schaltbewegung bekommt. — Letzteres liegt daher auf einem beweglichen Teile fest, welcher durch Schaltmechanismen den entsprechenden Vorschub erhält. Dieser bewegliche Teil ist entweder der sog. Klotzwagen (Wagen, Blockwagen, Chariot, *Drag*) (Fig. 333 A) gebildet aus zwei horizontalen Balken *a* (Wagenbäumen), die an beiden Enden durch Querriegel *b* rahmenartig verbunden und soweit voneinander entfernt sind, daß die Sägen zwischen denselben durchgehen können; oder er wird viel weniger schwerfällig und daher viel leichter beweglich (Fig. 333 B) von zwei kleinen, besonderen, eisernen Wagen *b, b* (Karren) gebildet, die um die Länge des Arbeitsstückes *W* auseinander gestellt werden und so dasselbe an zwei Stellen tragen. Mitunter stehen zum Tragen des Holzstückes in der Nähe des Gestelles nur Böcke (Fig. 333 C) mit Führungswalzen *r, r, r*.

In den beiden ersten Fällen liegen unter dem Wagen oder den Karren Längsbalken  $cc$  (Straßbäume) zur Unterstützung und Führung derselben. Bei gut konstruierten Sägemaschinen dieser Art laufen Wagen oder Karren auf Rädern  $r$  (Laufräder, Galet, *Roller*), die in eisernen Gleisen auf den Straßbäumen bestimmte Bahnen haben. — Damit der Vorschub stattfinden kann, muß der Wagen oder Karren mit dem Schaltwerke verbunden werden, was durch Ketten, Zahnstangen oder Preßwalzen geschieht. — Als Ketten benutzt man zweckmäßig sogenannte Gallsche Ketten ohne Ende, welche unter dem Wagen über Kettenrollen laufen und mit dem Wagen oder Karren entsprechend verbunden werden (Fig. 333 B). Die Schaltbewegung tritt dann von der einen Kettenrolle  $t$ , die als Kettenrad konstruiert ist und eine wechselnde Bewegung erhält, auf die Kette über.

Bei Anwendung einer Zahnstange  $z$  (Fig. 333 A) sitzt diese unter einem Wagenbaum fest und wird, wie die Kette, durch ein Trieb  $t$  ruckweise bewegt. Sind statt des Wagens zwei Karren vorhanden, so kann die Zahnstange nicht mehr gut angebracht werden, weshalb dann entweder endlose Ketten oder Walzen als Transportmittel zu verwenden sind. Die Vorschubwalzen  $f$  (Fig. 333 C) greifen direkt am Holze an, indem nämlich entweder zwei vertikal stehende dasselbe zwischen sich nehmen, oder indem das Holz von horizontalen Walzen gefaßt wird, die unmittelbar neben dem Gatter liegen und ruckweise Drehung erhalten. In diesem Fall werden dann die oberen Walzen  $g$  als Preßwalzen angeordnet, die durch Hebel  $h$  mit Gewichten niedergedrückt werden und den Balken mit einem gewissen Grade von Nachgiebigkeit an die Vorschubwalzen anpressen. Die Vorschubwalzen müssen auf der Oberfläche gefurcht sein, damit sie das Holz gut fassen. Gewöhnlich werden solche gefurchte Walzen noch mit herumlaufenden dreieckigen Furchen versehen, so daß sich kleine Pyramiden in das Holz eindrücken. Auch ist die Oberfläche oft etwas konkav, um sich der runden Form des Stammes anzuschließen. — An vielen Sägen findet zur Sicherheit des Vorschubes eine Vereinigung des Kettenvorschubes mit Walzenvorschub statt.

Das Schiebzeug ist das Mittel, welches den Vorschub hervorbringt. Dasselbe kann sehr verschieden konstruiert werden, je nachdem der Vorschub sprungweise oder ununterbrochen vor sich gehen soll, was wieder davon abhängt, ob die Säge nur abwärts oder abwärts und aufwärts schneidet.

Schneidet die Säge allein beim Niedergang, so können folgende Fälle eintreten:

1. Der Block schiebt sich beim Aufgang der Säge zu einem neuen Schnitte vor.
2. Der Block schiebt sich nur beim Niedergang der Säge während des Schnittes vor.
3. Der Block schiebt sich sowohl beim Niedergang als auch beim Aufgang der Säge d. h. stetig vor.

Im ersten Fall muß das Sägeblatt dem Blocke ausweichen, weil ja die Sägezahnspitzen unmittelbar nach dem Schnitte den Holzkörper noch berühren. Das Maß der Ausweichung ist durch die Größe des Vorschubes bedingt. Da nun aber ein Ausweichen durch eine Rückschiebung des Blattes nicht ohne komplizierte Konstruktion erreicht werden kann, so wird es in der Weise hervorgebracht, daß die Zahnspitzen in einer gegen die Vertikallinie geneigten Linie  $cd$  angeordnet werden, wie Fig. 334 zeigt. Der Neigungswinkel  $a c d = \varphi$

hängt dann vom Vorschub  $s = ad$  und der Hubhöhe  $h = ac$  ab, weil  $\frac{s}{h} = tg \varphi$ .

— Aus dieser Beziehung folgt, daß der Winkel  $\varphi$ , von dem das Überhängen (Busen, Anlauf) der Säge bestimmt wird, bei gleichem  $h$  von dem Vorschub abhängt, demnach sehr verschieden ausfallen kann, nämlich klein bei harten, groß bei weichen Hölzern und dem jedesmaligen Betriebe entsprechend aus  $s$  und  $h$  zu bestimmen ist. Es ist deshalb notwendig, für jeden einzelnen Fall den Winkel  $\varphi$  aus den gegebenen Verhältnissen zu bestimmen. Hervorgebracht wird dieser Busen entweder durch ein Überhängen der Säge im Gatter oder dadurch, daß das Blatt nach oben verbreitert wird. Die Säge mit Busen hat jedoch den Nachteil, daß dieselbe nur bei einer Holzdicke, nämlich derjenigen gleich dem Sägehub, vollständig zur Wirkung gelangt, bei dickeren sich nicht genügend zurückziehen vermag und bei dünneren zum Teil in der Luft arbeitet. Hierin liegt der Hauptgrund, weshalb man diese Art des Vorschubes wenig mehr anwendet.

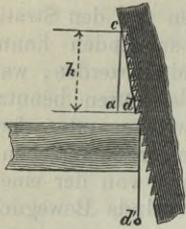


Fig. 334.

Im zweiten Fall tritt derselbe Vorgang ein, der bei einer gewöhnlichen Handsäge vorhanden ist, bei welcher während des Sägens ein Druck auf das Blatt ausgeübt wird, der hier von dem Holzstücke ausgeht. Ein Busen ist hierbei nicht erforderlich.

Im dritten Fall endlich treten in bezug auf die Wirkung und Aufhängung der Säge zwei Möglichkeiten ein: a) die Säge schneidet nur beim Niedergang, dann ist derselben ein Busen zu geben; b) die Säge schneidet sowohl beim Niedergang als beim Aufgang (ist zweischneidig) und dementsprechend zu verzahnen und gerade aufzuhängen. — Wegen der ungleichförmigen Geschwindigkeit der Säge infolge der Kurbelbewegung ist aber auch im 2. oder 3. Fall der Blockvorschub mit wechselnder Geschwindigkeit vorzunehmen, da das Verhältnis beider konstant sein muß, wenn ein regelmäßiges Schneiden eintreten soll. Berücksichtigt man ferner, daß bei der Vertikalbewegung des Gatters während des Aufganges von der Betriebsmaschine die ganze Last des Gatters, der Sägen und der Lenkstange gehoben werden muß, so liegen die Gründe nahe, welche für die Anwendung jener Anordnung sprechen, bei welcher eine gerade gehängte Säge beim Niedergange schneidet, während zugleich der Block vorgeschoben wird.

Erfolgt der Vorschub sprunghaft, so besteht das Schiebzeug aus einem mit Sperrzähnen versehenen Rade (Stoßrad, Schiebrad, Zahnscheibe, Roue à rochet, *Rack-wheel*), auf dessen Welle das Zahnstangen- oder Ketten-

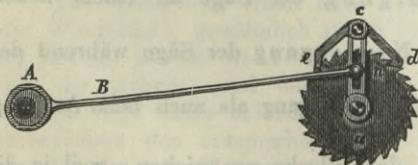


Fig. 335.

trieb, oder ein Kegelrad, eine Schnecke etc. für die Übertragung der Bewegung auf die vertikal gestellten Vorschubwalzen sitzt, nebst einer Schiebklau (Cliquet, Pied de biche, *Click, Catch*), welche in die Zähne fällt und durch Hebel in Tätigkeit gesetzt, das Stoßrad um eine entsprechende Anzahl

Zähne vorschiebt. In Fig. 335 ist eine sehr einfache Anordnung des Schiebzeuges dargestellt. Auf der Welle des Stoßrades  $a$  schwingt der Arm  $a c$ , der bei  $c d$  und  $c e$  zwei Schiebklauen trägt, die abwechselnd in die Zähne fallen, wenn der Arm  $a c$  in Schwingung versetzt wird. In dieser Anordnung wird die Bewegung direkt von der Gatterwelle  $A$  aus durch Exzenterscheibe und Schubstange  $B$  auf  $a c$  übertragen, und der Vorschub durch Verschieben des Schubstangenkopfes  $n$  in dem Schlitz des Armes  $a c$  veränderlich gemacht. — Vielfach

wendet man statt des gezahnten Stoßrades ein Stoßrad mit Keilnut und Reibklau oder auch ein Stoßrad mit Zylinderoberfläche und Klemmschuh an, welche Einrichtung zwar den Vorteil besitzt, daß man in dem Maße des Vorschubes nicht von der Zahnteilung abhängig ist, allein den Nachteil eines großen toten Ganges damit verbindet. — Zur Veränderung der Vorschubgröße, auch während des Schneidens, sind konoidische Trommeln und Reibscheiben angeordnet<sup>1)</sup>, welche zugleich auch zum stetigen Vorschub anzuwenden wären. Letzterer wird jedoch ebenso einfach als zweckmäßig dadurch hervorgebracht, daß man das Stoßrad als Schraubenrad konstruiert, in welches eine Schnecke eingreift<sup>2)</sup>; oder durch eine Kette, welche stetig eine Trommel in Drehung versetzt etc. — In bezug auf den Schaltmechanismus ist noch zu erwähnen, daß derselbe nicht vom Gatter aus in Bewegung gesetzt werden sollte, um dieses nicht überflüssig zu belasten und um die Stöße möglichst zu vermeiden.

Wenn der Block der ganzen Länge nach zersägt ist, muß eine Rückwärtsbewegung des Wagens (Rücklauf) eintreten, was gewöhnlich mit größerer Geschwindigkeit geschieht und durch Umkehrung der Bewegung des Zahnstangen- oder Kettentriebes unter gleichzeitiger Ausklinkung des Schiebzeuges erreicht wird. — Zur Seitwärtsbewegung des Blockes, um beim Mittelgatter einen neuen Schnitt zu machen, dienen in der Regel die Haltschrauben des Karren, welche durch Drehen die Verschiebung bewirken. Mitunter liegt auch der Block auf quer verschiebbaren Wagen, welche auf dem Blockwagen stehen. Bei dieser Einrichtung ist es möglich, durch Querschiebung des Wagens auch krumme Schnitte hervorzubringen, wie sie oft zur Erzeugung von Schiffbauholz erwünscht sind<sup>3)</sup>.

Da im allgemeinen die Gesamtanordnung der Sägemaschinen mit Mittelgatter, Seitengatter oder Bundgatter übereinstimmt, so mag hier mit Hilfe der Fig. 336 bis 338 die Beschreibung zweier Bundgattersägen zur Erläuterung des Vorstehenden genügen. — Das Gatter Fig. 337 besteht aus den beiden eisernen Riegeln a, a und den zwei ebenfalls eisernen Schenkeln c, c. Die Riegel sind zur bequemen Aufnahme und Verstellung der Sägekappen aus zwei breiten Schienen gebildet, welche mit den Schenkeln aus Stahlröhren vernietet sind, und erhalten an je zwei Stellen innerhalb des Gestelles G Prismenführungen. Der Antrieb erfolgt durch die Riemenscheibe F vermittelt der Kurbeln D, D an den Schwungscheiben Q, Q durch die Stangen S, S, welche an dem oberen Riegel angreifen. Das Arbeitsstück (der Block) A ruht auf je zwei Walzen in den beiden Wagen W, W und wird auf denselben festgehalten durch die schraubzwingenartigen Halter B, B, welche, einer geringen Nachgiebigkeit wegen, schräg gestellt und drehbar mit den Wagen verbunden sind. Die Wagen selbst bewegen sich auf den Laufschielen L. Der Vorschub erfolgt hier durch zwei Walzenpaare u, u, welche den Block zwischen sich nehmen und ihre Bewegung von dem Schiebzeug erhalten. Damit die Walzen das Holz gehörig fest greifen, sind auf ihren Oberflächen durch dreieckige Einschnitte, die sowohl peripherisch als in der Längsrichtung laufen, eine große Zahl kleiner Pyramiden hergestellt, welche sich wie Zähne in das Holz eindrücken. Die Schaltung erfolgt von dem Kreisexzenter y der Welle C, das die Exzenterstange x und dadurch zunächst das Stück z in Schwingung bringt. Hierdurch setzt sich vermittelt der Stange 1 die Reibklau 3 in Tätigkeit und schiebt daher das Schaltrad p vor, dessen Rückdrehung durch einen zweiten Schaltkegel 2 verhindert wird. Der Vorschub ist dadurch veränderlich gemacht, daß der Angriffspunkt der

1) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1862, S. 422 u. 425. — 2) Mitt. d. Hann. Gew.-Ver. 1863, S. 341. — 3) Prakt. Masch.-Konstr. 1883, S. 332.

Stange 1 auf dem Stücke z von dem Handgriff h mit Einfallklinke aus verschoben werden kann. Das Schaltrad p überträgt durch Zahnräder, wie die Zeichnung erkennen läßt, die Bewegung auf die unteren Rückwalzen u, u. Von diesen geht dann durch Kegelräder bei g, g die Bewegung auf die oberen Walzen über, so daß sämtliche vier Walzen gleichzeitig zur Wirkung kommen. Um mit diesem Gatter Blöcke von verschiedener Dicke verarbeiten zu können, ist eine Einrichtung getroffen, welche eine Annäherung der oberen Rückwalzen an die unteren gestattet. Damit jedoch diese Walzen sich auch den Unebenheiten des Blockes anschließen, so müssen sie außerdem noch eine gewisse Beweglichkeit erhalten, welche diesen Anschluß selbsttätig bewirkt. Zu diesem Zwecke gehen die Zapfen der oberen Walzen durch Büchsen n, n, welche am

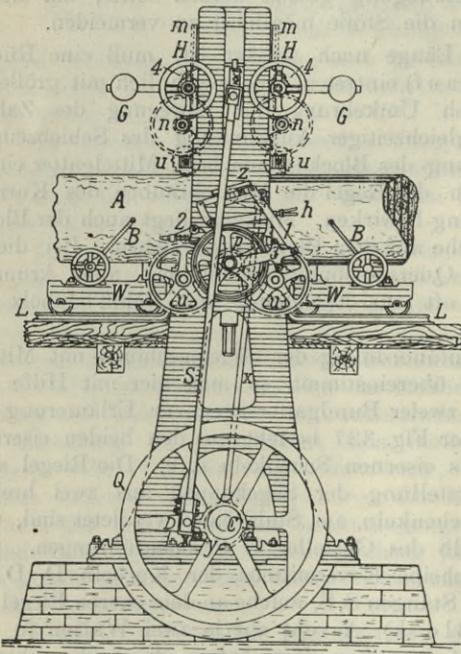


Fig. 336.

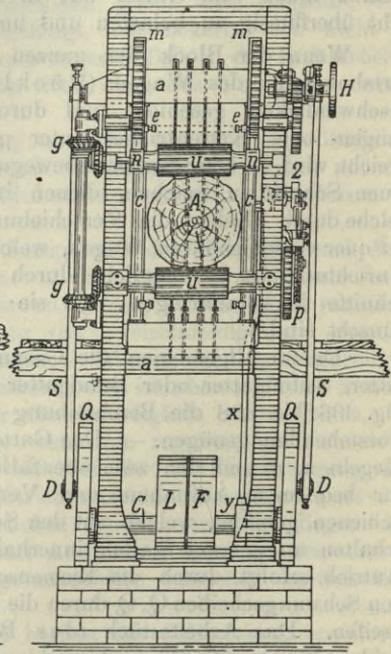


Fig. 337.

unteren Ende der Zahnstangen m m sitzen und in vertikalen Kulissen geführt werden. Die Verstellung der Walzen geschieht nun durch zwei Triebe e e, welche in die Zahnstangen m m eingreifen und durch die Handräder H H mit gehöriger Zahnradübersetzung bewegt werden. Zur Erzeugung eines nachgiebigen Druckes sind sodann mit den Handrädern H Gewichte P gekuppelt, welche auf Hebeln verschiebbar sind. Um endlich während des Aufbringens des Blockes die oberen Druckwalzen in gehöriger Höhe zu halten, sind noch auf den Handradwellen bei 4 kleine Sperräder mit Sperrkegeln angebracht.

Eine Gattersäge von einfacher und daher ebenfalls zum Muster gewordener Konstruktion zeigt Fig. 338 in der Seitenansicht. Das Gatter g g, welches an Führungen i gleitet, die in dem Gestelle G G liegen, erhält seine Bewegung von der Gatterwelle aus durch zwei seitwärts angebrachte, an dem oberen Riegel angreifende Schubstangen S, die dadurch wie bei der Anordnung Fig. 336 die möglichst größte Länge gewinnen. Das Arbeitsstück liegt auf Block-

wagen *W*, welche auf dem Gleise *LL* laufen, und erhält seine feste Lage durch Klemmen *K*, welche einem Parallelschraubstock ähnlich, von einer im Wagen liegenden Schraube mit Links- und Rechtsgewinde mittelst des Schlüssels *h* angezogen werden. Zum Vorschieben dienen zwei auf den Achsen der Zahnräder *oo* sitzende Walzen, welche den durch die Gewichte *P* mittelst der Rollen *u u* angepreßten Block fassen und ihre Schaltung von einem auf der Achse des Rades *p* befestigten Triebrade erhalten. Zu dem Zwecke schwingt nach dem Rade *p* ein Arm *a* mit einer Reibklaue *1*, welche in die Nut des Rades *p* einfällt und letzteres in der Richtung des Pfeiles mitnimmt. Die Schwingung des Armes *a* erfolgt mittelst Schubstange *t* von dem Schlitzhebel *z*, der von der Gatterwelle durch ein Exzenter auf die in Figur 335 dargestellte Art bewegt wird. Zur Verhinderung der Rückdrehung ist eine zweite Klaue *2* angebracht. Die Hubverstellung gestattet in einfachster Weise der Schlitz des Hebels *z*. Damit die oberen Druckwalzen *u* sich der Holzoberfläche anpassen,

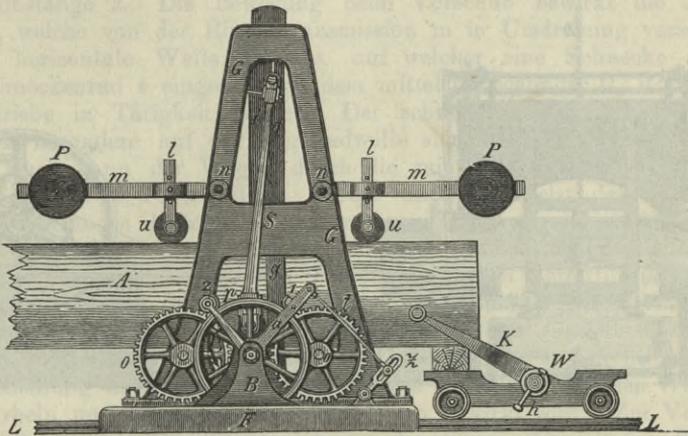


Fig. 338.

liegen sie in Gabeln der Stangen *l*, welche durch die Gewichtshebel *m* gehen und in diesen mittelst Durchsteckstifte gehalten werden; die mit *P* befestigten Hebel drehen sich um Bolzen *n* und bilden somit ein Gelenk, das ein nachgiebiges Anpressen der Walzen *u u* hervorruft.

Mit Zugrundelegung dieser allgemeinen Anordnung sind für manche Fälle aus Bequemlichkeits- oder Nützlichkeitsgründen besondere Konstruktionen entstanden, von denen die wesentlichsten hier angeführt werden mögen. — Zunächst werden die Gatter zur Benutzung in Wäldern, an Ladeplätzen etc. oft transportabel eingerichtet, indem man das Gestell mit Achsen versieht, die von kräftigen Rädern aufgenommen werden<sup>1)</sup>. — Sodann sind die sogenannten Doppelbundgatter entstanden. Diese bestehen entweder aus einem Rahmen mit sehr langen Riegeln zur Aufnahme zweier Sägensysteme, oder aus zwei getrennten Gattern, die in der Weise gekuppelt sind, daß sie, von zwei um 180 Grad verstellten Krummzapfenpaaren einer Welle getrieben, sich entgegengesetzt bewegen, wodurch eine Bewegungsausgleich herbeigeführt wird. — Zum Gewichtsausgleich des Gatters hat man auch lange Hebel, an deren Enden die Gatter hängen, in Anwendung gebracht. — Die Benutzung komprimierter Luft, welche zur

<sup>1)</sup> Exner, Bericht S. 8. — Arbey, Scierie, Taf. XI u. XII. — Prakt. Masch.-Konstr. 1883, S. 261, 332. — Dinglers Journ. 224, 587; 241, 172.

Ausgleichung des Gattergewichtes in Vorschlag gebracht war, ist nicht in Aufnahme gekommen. — Desgleichen haben die Einrichtungen, welche mittelst Gelenk- oder Prismenführung in besonderen Bahnen eine Nachahmung der Bewegung einer Schrotsäge S. 299 oder Furniersäge S. 302 herbeiführen sollten, keine Verbreitung gefunden. — Dagegen stattet man in solchen Fällen, in welchen ein hoher Grundwasserstand oder ein ähnliches Hindernis die Anbringung der Antriebsvorrichtung unter dem Gatter erschwert oder nicht gestattet, die Gattersägen mit Oberantrieb aus, bei dem die Gatterwelle mit Schwungrädern, Kurbeln, Riemscheiben etc. auf dem Gestell gelagert wird. Die hierdurch entstehende Verminderung der Standfestigkeit wird dadurch ausgeglichen, daß die Stämme mit Karren, Schaltwalzen etc. dabei eine sehr tiefe Lage im Gestell erhalten können. — Mitunter gibt man den Gattern eine solche Breite, daß 2 bis 3 Stämme nebeneinanderliegend gleichzeitig geschnitten werden können. — Eigentümliche Anordnungen bewirken ein Zersägen in der Weise, daß die, nament-

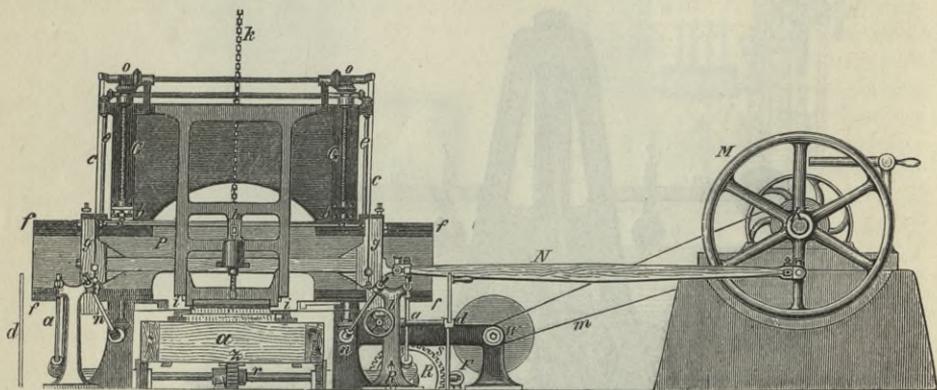


Fig. 339.

lich beim Schiffbau unentbehrlichen, krummen Hölzer geschnitten werden<sup>1)</sup>. — Die Verbindung eines Gatters mit einer direkt angreifenden Dampfmaschine, die entweder über oder unter dem Gestelle angebracht ist, hat sich bis jetzt nicht einbürgern können, trotz der Vorteile, die in dem Wegfallen der Transmission liegen, weil man einer Dampfmaschine nicht die erforderliche Geschwindigkeit zu erteilen sich getraute. Nachdem man aber neuerdings Dampfmaschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit<sup>2)</sup> für andere Zwecke oft baut, steht zu erwarten, daß die Aufmerksamkeit der Konstrukteure auch bei Gattersägen wieder auf diese einfachste und natürlichste Betriebsmethode gelenkt wird.

Die Vertikalgatter verlangen zur Aufstellung eine bedeutende Höhe und daher einen schweren, gut angeordneten Bau, damit die unvermeidlichen Erschütterungen den letzteren nicht in einem schädlichen Grade bewegen. Außerdem wirkt die ungleiche Kraftverteilung bei der Bewegung des Gatters schädlich auf die Regelmäßigkeit ein. Hauptsächlich aus diesen Gründen werden die Gatter oft horizontal geführt (Horizontalgatter)<sup>3)</sup> und zwar entweder so,

<sup>1)</sup> Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 100; 1883, S. 332. — Polyt. Zentr. 1874, S. 639. — <sup>2)</sup> Redinger, Dampfmasch. mit hoher Kolbengeschw. 3. Aufl. Wien 1892. — <sup>3)</sup> Hütte, 1855, Taf. 11; 1865, Taf. 24; 1867, Taf. 27. — Wiebe, Skizzenb., Heft 12, Taf. 3; 1869, Heft 64, Taf. 1 u. 2. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1862, S. 466; 1863, S. 145 u. 535; 1865, S. 32. — Prakt. Masch.-Konstr. 1883, S. 362. — Dinglers Journ. 242, 148; 243, 375; 244, 429; 246, 266, 312; 248, 269; 271, 5; 277, 149; 281, 202. — Zeitschr. f. Werkz. 1899, S. 120.

daß das Sägeblatt in der Horizontalebene liegt und der Klotz horizontal verschoben wird, oder so, daß ersteres vertikal liegt und der Klotz vertikal nach oben oder nach unten verschoben wird. Die Horizontalgatter erhalten in der Regel nur ein Blatt, das sich aber mit bedeutender Geschwindigkeit bewegt und in beiden Richtungen schneidet, wodurch ein stetiger Vorschub des Arbeitsstückes bedingt wird. Sie finden hauptsächlich Anwendung zum Zerschneiden wertvollerer Hölzer in Furniere und Halbfurniere, weil sie ihres sicheren Ganges wegen sich wenig verlaufen und ein sehr dünnes Blatt zulassen. — Ein bewährtes Horizontalgatter zeigt Fig. 339 in der Vorderansicht. Der hölzerne Sägerahmen  $gg$  trägt bei  $ii$  die gehörig gespannte Säge und gleitet mit Prismen an den Führungen  $f, f, f, f$ , bewegt von der Antriebswelle  $K$  vermittelt Kurbelschwungrad  $M$  und Schubstange  $N$ . Das Arbeitsstück liegt durch Schraubenknechte gehalten fest auf dem Wagen  $a$ , der mit den Unterkanten auf Rollen sich verschiebt und zwar infolge des Eingriffes des Getriebes  $r$  in die Zahnstange  $z$ . Die Bewegung beim Vorschub bewirkt die Reibungsscheibe  $F$ , welche von der Riementransmission  $m$  in Umdrehung versetzt wird, und eine horizontale Welle antreibt, auf welcher eine Schnecke sitzt, die in das Schneckenrad  $s$  eingreift, von dem mittelst Kegelräder  $R, R \uparrow$  das Zahnstangengetriebe in Tätigkeit kommt. Der schnellere Rückgang des Wagens wird durch besondere auf der Kegelradwelle sitzende Riemenscheiben bewerkstelligt. Auch kann der Wagen durch die mit aufzusteckenden Kurbeln zu drehenden Wellen  $a, a$  von Hand bewegt und vermittelt des Handrades  $b$  während des Ganges beliebig in seiner Bewegung geregelt werden. — Zum Ein- und Ausrücken dienen die Handhebel  $d$  und  $d$ , zum Ausrücken der selbsttätigen Vorwärtsbewegung die Schnüre  $c, c$ . Die Gatterführungen  $f$  samt Quersupport  $P$  hängen mittelst Mutter (und Gegenmutter zur Vermeidung des toten Ganges) an den zwei Schrauben  $s, s$  vor dem Gestelle  $GG$  und an diesen geführt, so daß ihre Höhenlage, also ihre Stellung zum Arbeitsstücke und ihre Verschiebung nach jedem Schnitte um die Brettdicke, von den Wellen  $n, n$ , durch Kurbeln und Kegelerübertragung  $o, o$  bewirkt wird. Zur Vermeidung des Ausreißen und Zersplitters ist vor der Säge während des Schneidens bei  $h$  eine Druckvorrichtung mit Druckwalze in Tätigkeit, welche das Blatt andrückt. Um das tote Gewicht auszugleichen, ist der Quersupport nebst Säge durch Gegengewichte an den Ketten  $k$  ausbalanciert, und um eine gleichmäßige Schmierung hervorzurufen, sind zwei vertikale Wellen  $ee$  angebracht, welche besondere Ölpresen in ununterbrochener Tätigkeit halten.

Bei den an Quersupporten verstellbaren Horizontalgattern ändert sich durch die Vertikalverstellung des Gatters in sehr ungünstiger Weise die Richtung der Zugkraft zu den horizontalen Führungen des Gatters, indem der Winkel zwischen diesen und der Schubstange stetig größer wird und infolgedessen die Gefahr für ein Festklemmen entsteht. Um diesem namentlich bei kurzen Schubstangen fühlbaren Übelstande zu begegnen, ist u. a. die Einrichtung getroffen, den Blockwagen zu heben, indem man die Gleise auf vorrückende Keile u. dgl. legt, oder die Antriebsvorrichtung samt dem Gatter zu senken.

Auch hat man vorgeschlagen, die Gatter schräg, d. h. unter einem Winkel von 75 bis 80 Grad gegen den Horizont nach vornüber geneigt aufzustellen, weil der schräge Schnitt günstiger ist als der normale<sup>1)</sup>.

Bei den Gattersägen treten verschiedene Geschwindigkeiten und Bewegungsgrößen zur gemeinschaftlichen Wirkung zusammen und bestimmen daher

1) Prakt. Masch.-Konstr. 1873, S. 31. — Polyt. Zentr. 1872, S. 677 u. 1428.

wesentlich den Arbeitsverbrauch derselben. Daher mögen hier schließlich die wichtigsten hierauf bezüglichen Zahlen zusammengestellt werden.

Was zunächst den Hub  $H$  anbetrifft, so beträgt derselbe bei den alten Mühlen 400 bis 580 mm, bei den neueren dahingegen 600 bis 800 und mitunter 1000 mm. — Die Zahl der Schnitte bei den alten Mühlen war etwa 80 bis 120 in der Minute, während bei den Mühlen neuerer Bauart 130 bis 150 (selbst 200 bei sehr weichem Holze) angenommen werden können. — Die Geschwindigkeit der Säge in der Sekunde ergibt sich hieraus für die älteren Mühlen auf 1,5 bis 1,8 m, für die neueren zu 3,75 bis 5,33 m. — Sehr stark und fest gebaute Maschinen arbeiten wohl mit einer Geschwindigkeit von 6,16 m.

Der Vorschub des Wagens richtet sich lediglich unter sonst gleichen Umständen nach der Geschwindigkeit der Säge und der Beschaffenheit des Holzes und kann für gewöhnlich zu 1,5 bis 12 mm angenommen werden. Bei sehr weichen Hölzern läßt er sich wohl auf 18 mm steigern.

Bei Horizontalgattern beträgt der Hub 520 bis 680 mm und die Zahl der Züge 150 bis 300, also der Schnitte 300 bis 600, so daß eine Geschwindigkeit von 3,4 bis 3,5 m in der Sekunde, mit einem Klotzvorschub von 1 bis 6,5 mm pro Schnitt entsteht. An Horizontal-Furnierschneidsägen mit vertikalem Vorschub kann man als Anhaltspunkte wählen für den Hub etwa 600 mm, als Zahl der Schnitte pro Minute 200 bis 250; dies entspricht einer Geschwindigkeit von 2 bis 2,5 m in der Sekunde, der Vorschub beträgt dann 0,5 bis 1 mm. Diese Leistung läßt sich aber steigern auf 600 Schnitte mit 470 mm Hubhöhe, wodurch eine Geschwindigkeit von 4,7 m entsteht. Der Vorschub beträgt in diesem Fall 0,66 mm<sup>1)</sup>.

Für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit<sup>2)</sup> der Säge kann das Arbeitsprodukt dienen, also in diesem Fall die von einer Säge in einer bestimmten Zeit hergestellte Schnittfläche  $F$ , so daß diejenige Säge als die beste gelten muß, welche eine gewisse Schnittfläche mit dem geringsten Arbeitsaufwand erzeugt. Diese Fläche  $F$  ist das Produkt aus der Hubzahl  $n$ , dem Vorschub  $s$  und der Holzdicke  $d$ , also:

$$F = n \cdot s \cdot d.$$

Ist  $N_2$  die für Erzeugung dieser Fläche erforderliche Arbeit und  $N_1$  die Arbeit des Leerganges, so ist die Gesamtarbeit

$$N = N_1 + N_2$$

in der Stunde, wenn  $n$  die Hubzahl in der Stunde ist. Bringt man nun die den Widerstand bezeichnenden Koeffizienten an, die je nach der Holzart, der Blattdicke und auch der Maschinenkonstruktion verschieden sind und durch Versuche bestimmt werden müssen, so läßt sich nach Hartig die Formel für die Nutzarbeit aufstellen:

$$N_2 = \left( \alpha + \frac{\beta}{z} \right) F,$$

und für die Gesamtarbeit:

$$N = N_1 + \left( \alpha + \frac{\beta}{z} \right) F,$$

worin  $F$  die Schnittfläche in der Stunde in Quadratmetern und  $z$  die Zuschiebung bedeutet. Die Werte der Koeffizienten  $\alpha$  und  $\beta$  sind:

1) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1863, S. 145. — 2) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1862, S. 239. — Hartig, Leistung u. Arbeitsverbr. d. Werkzeugmasch. S. 10 u. 61. — Dinglers Journ. 299, S. 6.

für Fichtenholz  $\alpha = 0,046$   $\beta = 0,330$ ,  
für Eschenholz  $\alpha = 0,052$   $\beta = 0,376$ .

Bei einer Säge ergab sich z. B.

$$N_1 = 0,83,$$

wonach sich hierbei die Arbeitsformel ergibt

$$N = 0,83 + \left(\alpha + \frac{\beta}{z}\right) F.$$

Da bei einem Bundgatter die Widerstände nicht der Zahl der Sägen proportional wachsen, sondern in einem langsameren Verhältnisse, so liegt der Vorteil der Gatter mit mehreren Sägen in bezug auf den Kraftverbrauch nahe. Hierüber angestellte Versuche ergaben folgende Resultate:

Bei 4 Sägen erhielt man für Stunde und Pferdestärke	3,19	qm	Schnittfläche,
" 6 " " " " " "	4,90	"	"
" 11 " " " " " "	5,21	"	"
" 12 " " " " " "	6,62	"	"
" 15 " " " " " "	4,98	"	"
" 18 " " " " " "	3,78	"	"

Die Tabelle zeigt eine Zunahme der Leistung bis auf 6,62 qm bei 12 Sägen, und hier allerdings die Grenze.

Nach Hartigs Versuchen ist der Arbeitsverbrauch bei Gattersägen für lufttrockenes Fichtenholz und ein Quadratmeter Schnittfläche in der Stunde

$$a = 0,046 + 0,224 \frac{H \cdot s}{z},$$

wenn  $H$  = Hubhöhe in Meter,  $s$  = Schnittbreite in mm und  $z$  = Vorschub in mm ist. — Wird die Leergangsarbeit mit  $N_1$  bezeichnet, so ist die Gesamtarbeit für die Schnittfläche  $F$  in Pferdestärken

$$N = N_1 + aF.$$

b) Ausschneidesägen (Dekoupiersägen, Wippsäge, Scie à découper, *Jig saw*, *Scroll saw*, *Sweep cutting saw*, *Gig saw*)<sup>1)</sup>. Da die Bestimmung der Ausschneidesägen wesentlich darin besteht, aus Holzplatten nach vorgezeichneten Umrissen Figuren auszuschneiden, und zu dem Zwecke das Holz durch die Hand der Säge zugeführt wird, so muß letztere möglichst frei und so angeordnet sein, daß die Zeichnung von dem Arbeiter stets gesehen werden kann. Das Arbeitsstück liegt daher auf einem Tische, durch dessen Mitte die Säge geht, welche nun entweder in einen Rahmen eingespannt ist, dessen Steg außerhalb des Tischrandes liegt, oder in zwei vertikale Schieber, wovon der eine über, der andere unter dem Tische sitzt. Der Rahmen, welcher nichts weiter als ein großes Laubsägegestell ist, bekommt dann eine vertikale Prismenführung und die Arbeitsbewegung durch einen Fußtritt, während Federn den Rückgang bewirken. — Hängt die Säge an zwei Schiebern, so erhält der untere von einem Fußtritte, oft mit Unterstützung von Kurbel und Schwungrad, die niedergehende, schneidende Bewegung (Scie à pedale): der obere Schieber wird sodann nach dem Schnitte durch eine Feder in die Höhe geschoben. — Beim Ausschneiden dicker Hölzer wird die Ausschneidesäge mit Elementarkraft betrieben. Die Einrichtung, die Säge in eine schwingende Gabel zu spannen,

1) Richards, Wood-working machines S. 175. — Prakt. Masch.-Konstr. 1868, S. 195; 1869, S. 13 u. 379; 1870, S. 13; 1883, S. 364. — Dingers Journ. 166, 170; 173, 83 u. 84; 196, 469; 224, 157; 255, 187; 258, 202.

kann wegen der Bogenbewegung der Säge nur für sehr dünne Hölzer angewendet werden, es sei denn, daß man die Gabelenden mit Kreissegmenten ausstattet, welche eine Geradföhrung veranlassen.

2. Bandsägemaschinen (Scierie à lame sans fin, Scierie à ruban; *Endless saw, Belt saw, Strap saw, Ribbon saw*)<sup>1</sup>). Die geradlinige ununterbrochene Bewegung dieses Sägeblattes, hervorgebracht durch eine rotierende Bewegung, so daß die Geschwindigkeit der Säge konstant ist, im Vereine mit der großen Einfachheit in der Konstruktion, lassen die Bandsägemaschine nicht nur als die mechanisch vollkommenste, sondern auch für eine außerordentliche Menge von Arbeiten in Holz als die zweckmäßigste erscheinen, woraus sich ihre schnelle und große Verbreitung ergibt.

Das mit den Enden zusammengelötete (s. Löten) Blatt dieser Sägemaschine hat zunächst eine bedeutende Länge, nämlich 5 bis 9 m, damit es als Band ohne Ende über Tribscheiben von sehr großem Durchmesser laufen und noch zwischen diesen Scheiben genügend freibleiben kann. Der Biegsamkeit halber ist das Blatt zwar möglichst dünn zu wählen; der Festigkeit wegen, und wenn die Verwendung der Säge als Laubsäge nicht das Gegenteil verlangt, macht man es dünn, aber ziemlich breit. Für Laubsägen ist die Breite mitunter kaum 10 mm. An Sägen mit Fußbetrieb übersteigt sie nicht 25 mm, während für Elementarkraftbetrieb für Brettsägen 85 bis 100 mm angenommen werden muß. Die Zähne stehen sämtlich nach einer Richtung und bilden rechtwinklige oder stumpfwinklige Dreiecke mit entsprechendem Schranke und Zahnücke. Die Zahl derselben oder ihre Teilung richtet sich nach der Größe der Säge, da letztere sowohl zum Ausschneiden dünner Holzplatten als zum Bretterschneiden gebraucht wird. Wesentlich ist die Größe der Tribscheiben, weil hiervon die Haltbarkeit der Säge, soweit sie von dem steten Biegen abhängt, zum Teil bedingt wird, indem große Scheibendurchmesser hierfür bedeutend günstiger sind als kleine. — Für Sägen bis etwa 25 mm Breite erhalten die Scheiben zweckmäßig einen Durchmesser von mindestens 700 mm, während derselbe für große Sägen auf das Doppelte, 1400 mm, steigen muß.

Die Säge ist wegen ihrer geringen Dicke, und damit sie von den Scheiben gehörig mitgenommen wird, mit einer Spannvorrichtung zu versehen — weshalb sie zu den Spannsägen gehört. Damit die erforderliche Spannung reguliert werden kann und trotz der unvermeidlichen Dröhnungen und der Verlängerung und Verkürzung des Sägeblattes infolge von Erwärmung und Abkühlung dieselbe bleibt, ist die Spannvorrichtung nachstellbar und nachgiebig anzuordnen. Gewöhnlich wird sie dadurch erreicht, daß eine der 2 oder 3 Tribscheiben eine elastische Lagerung auf Stahlfedern oder Kautschukpuffern in einem Schlitten erhält, der durch Zugschrauben an Führungen bewegt, beziehungsweise eingestellt wird. — Zur Vermeidung des Abgleitens der Säge von der Scheibe, infolge des Druckes des Arbeitsstückes gegen die Zähne, besitzen die Scheiben einen seitlichen Rand; und um ein Gleiten zwischen Säge und Scheibenfläche zu verhindern, werden die Scheiben oft mit Kork, Leder oder Kautschuk bekleidet.

<sup>1</sup>) Richards, Wood-working machines S. 149. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 5, Taf. 11; Bd. 15, Taf. 22; Bd. 17, Taf. 6. — Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 13; 1871, S. 256; 1872, S. 37; 1873, S. 357; 1874, S. 128; 1883, S. 415; 1895, 151; 1898, S. 28, 85; 1901, S. 101; 1903, S. 204. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1891, S. 167; 1895, S. 1341; 1900, S. 481; 1901, S. 813; 1903, S. 745. — Dinglers Journ. 161, 13; 165, 98; 168, 251; 185, 322; 187, 131; 195, 412; 198, 90; 213, 80 u. 193; 217, 17; 233, 276; 238, 24; 240, 179; 241, 318; 255, 61; 274, 396; 275, 207; 279, 148; 289, 177; 304, 4, 499. — Ztschr. f. Werkz. 1898, S. 212, 262, 306; 1899, S. 70; 1900, S. 110 1901, S. 259, 305; 1902, S. 374, 521; 1904, S. 221.

Zur Aufnahme des Arbeitsstückes dient ein horizontaler, in passender Höhe angebrachter Tisch, in dessen Mitte sich zum Durchtritte des Sägeblattes ein entsprechender Schlitz befindet. Das Arbeitsstück muß zur richtigen Ausnutzung der Säge ununterbrochen vorgeschoben werden. Gewöhnlich wird der Vorschub durch einen Arbeiter vorgenommen, der das Holzstück auf dem Tische nach der aufgezeichneten Linie gegen das nach unten schneidende Sägeblatt bewegt. In manchen Fällen findet jedoch auch ein selbsttätiger Vorschub statt, z. B. wenn lange, gerade Schnitte, wie beim Brettschneiden, vorkommen. Zur Erleichterung und Sicherung der Führung befinden sich auf dem Tische vielfach Anschläge, Lineale, Winkel u. dergl.; auch läßt sich der Tisch in der Regel um eine horizontale Achse kippen und dadurch zum Schneiden schräger Kanten schief gegen die Säge stellen.

Bei den Bandsägen sind zwei Systeme zu unterscheiden, je nachdem nämlich das Blatt über zwei vertikal übereinander sitzende Führungsräder geht, oder über drei, wovon zwei vertikal übereinander und das dritte in derselben Ebene seitwärts sitzt.

Beide Systeme werden sowohl für den Handbetrieb als den Maschinenbetrieb konstruiert. Zum Handbetriebe wird das erste System mit Fußschemel, Zugstange, Kurbelwelle, Sägescheibenwelle und Schwungrad versehen, das zweite gewöhnlich nur mit einer Handkurbel, aber auch mit Fußtritt an der dritten Führungsscheibe ausgestattet, welche durch ihren großen Durchmesser nicht nur als Schwungrad dient, sondern auch direkt die genügende Geschwindigkeit erzeugt. Zum Betriebe mit Elementarkraft dienen Riemenscheiben, die auf der Welle der unteren Sägescheibe sitzen.

Zur näheren Erläuterung der Bandsägemaschinen mögen in folgendem zwei derselben beschrieben werden.

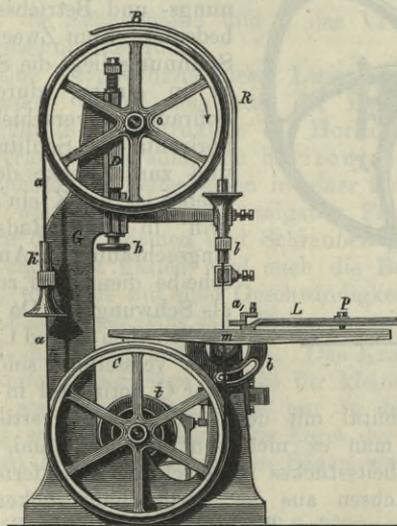


Fig. 340.

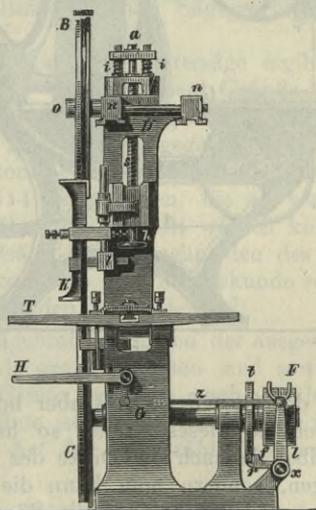


Fig. 341.

In Fig. 340 und 341 ist eine Bandsäge des ersten Systems für Riemenbetrieb in zwei Ansichten dargestellt. Das Blatt ohne Ende  $a$  läuft über die zwei Scheiben B und C, wovon die untere C vermittelt der Riemenscheibe F direkt in Drehung versetzt wird, unter Mitnahme der oberen B durch die

Sägespannung. Zur Hervorbringung dieser Spannung befinden sich die Lager *n n* an der oberen Scheibenwelle *o* in einem Schieber *D*, der in Prismenführungen des Gestelles *G* gleiten und durch die vertikale Schraube *s*, mittelst eines Handrades *h*, verstellt und festgehalten werden kann. Um hierbei ein Überspannen zu vermeiden, ruht die Schraube mit einem Querstücke *a*, auf zwei Spiralfedern *i i*, die zugleich die oben erwähnte Nachgiebigkeit der oberen Sägescheibe erzeugen. Das Arbeitsstück liegt auf dem Tische *T*, der mit einem durch die Schraube *P* einzustellenden Anschlage *L* zur Führung desselben und behufs Schrägschneidens zum Kippen um die Achse *m* eingerichtet ist. Ein Gradbogen *b* dient zum Einstellen und Festhalten des Tisches. Da bei der großen Geschwindigkeit der Bandsäge leicht ein Schlottern derselben eintritt, so sind an den beiden Stellen *k* und *l* Führungsstücke angebracht, die außerdem ein Ablaufen der Säge verhüten und dem Arbeiter bei einem etwaigen Zerreißen des Sägebandes Schutz gewähren sollen; zu letzterem Zwecke sind übrigens Schutzrinnen *R* angebracht, unter welchen die Säge läuft. Die Ein- und Ausrückung geschieht durch den Riemenführer bei *F*, der mittelst des Handhebels *H* und Zugstange *Z* um den Zapfen *x* bewegt wird. Mit dieser Rückung erfolgt zugleich das Lösen oder Anziehen eines Bremsklotzes *r*, der auf die Bremsscheibe *t* einwirkt und unmittelbar nach dem Auslösen des Betriebsriemens das sonst sehr lange dauernde Nachlaufen aufhebt.

Die Fig. 342 zeigt eine Bandsäge nach dem zweiten System und zugleich mit einer Einrichtung zum Handbetriebe. Das 5 m lange Sägeblatt *A* läuft hier über die drei Scheiben *B*, *C*, *D*, wovon *B* und *C* die eigentlichen Führungsscheiben und *D* die Spannungs- und Betriebs-scheibe bedeutet. Zum Zwecke der Spannung liegt die Scheibe *D* in einem, durch die Schraube *a* verschiebbaren horizontalen Schlitten *b*, und zum Zwecke des Antriebes ist bei *K* ein Handgriff in eine Radspeiche eingeschraubt; die Antriebs-scheibe dient auch zugleich als Schwungrad. Da jedoch die Scheiben *B* und *C* ebenfalls verstellbar sind und zwar *C* horizontal in einem

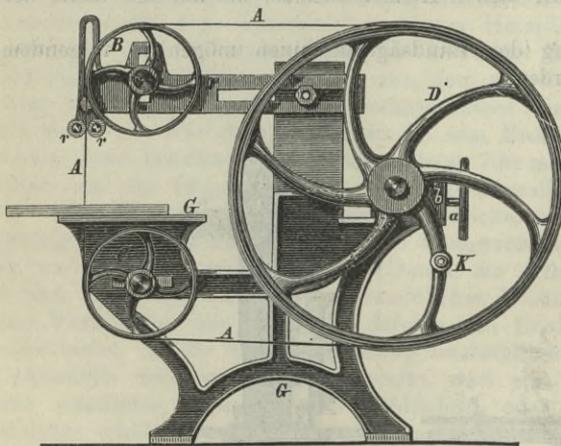


Fig. 342.

Schlitz des Gestelles *G*, *B* aber horizontal mit dem Arm *F* und vertikal in einem Schlitz dieses Armes, so hat man es nicht nur in der Hand, beide Leitscheiben je nach der Dicke des Arbeitsstückes in verschiedene Entfernungen zu bringen, sondern man kann die Achsen aus der Vertikallinie rücken und somit zum Schrägschneiden die Säge gegen den Tisch *G* neigen. Zur Führung der Säge sind noch zwei Rollen *r, r* (aus vulkanisiertem Kautschuk) angebracht, welche an einem Schieber sitzen und daher je nach Bedürfnis höher und tiefer gestellt werden können.

Da sich mit einem schmalen Bandsägeblatte leicht Ausschnitte nach krummen Linien erzeugen lassen, so ist die Bandsäge zugleich die vorzüglichste Ausschnittesäge. — Zu den Bandsägen ist auch diejenige Maschine zu rechnen,

welche mit einer Kettensäge ausgestattet und dazu bestimmt ist, an Stelle der Stemmaschine viereckige Löcher zu erzeugen<sup>1)</sup>.

Die Nebenteile, welche eine sichere Führung des Arbeitsstückes ermöglichen, sind auf dem Tische in Nuten verschiebbar befestigt, wie in Fig. 340 bei L sichtbar ist. — Richtet man hierbei das Lineal so ein, daß es das Arbeitsstück festhält, sich aber mit demselben um einen verlegbaren Punkt P dreht, so wird das Arbeitsstück bogenförmig zugeschnitten (Rundschnidapparat für Radfelgen, Faßböden, Möbelteile usw.).

Die Geschwindigkeit, welche man den Bandsägen für Holz gibt, ist stets eine sehr große. Gewöhnlich beträgt sie bei Dampftrieb 12 bis 18 m und bei Handbetrieb 3 bis 5 m in der Sekunde. Der Vorschub kann durchschnittlich  $\frac{1}{250}$  ( $\frac{1}{300}$  bis  $\frac{1}{50}$ ) der Sägeschwindigkeit, also 40 bis 60 mm genommen werden, wenn weiche Holzklötze von etwa 220 mm Höhe geschnitten werden sollen. — Aus dieser Geschwindigkeit ergibt sich eine Arbeitsleistung von durchschnittlich 35,6 qm in der Stunde, wenn Unterbrechungen nicht mitgerechnet werden. — Übrigens läßt sich bei dünnem Holze sowohl Sägeschwindigkeit als Vorschub noch bedeutend, nämlich um das Doppelte, steigern.

In bezug auf den Arbeitsverbrauch kann man nach Hartigs Versuchen pro qm Fläche und Stunde in Pferdestärken annehmen:

$$a_s = 0,037 + \frac{326 s}{10^7 q} \text{ für Fichtenholz,}$$

$$a = 0,052 + \frac{412 s}{10^7 q} \text{ für Eichenholz,}$$

$$a = 0,062 + \frac{485 s}{10^7 q} \text{ für Rotbuchenholz,}$$

wenn s die Schnittbreite und q das Verhältnis zwischen Sägeschwindigkeit und Vorschub ausdrückt.

Eine Vergleichung dieser Leistung mit der einer Gattersäge ergibt einen bedeutenden Vorteil zugunsten der Bandsäge. — Dieselben Gründe, welche S. 314 für die Konstruktion der Horizontalgatter geltend gemacht sind, haben auch Veranlassung zum Bau horizontaler Bandsägen gegeben, bei welchen beide Achsen der Leitscheiben in einer Horizontalebene sich befinden und zwar, ähnlich wie bei dem Horizontalgatter Fig. 314 in Schlitten, die an vertikalen Ständern durch Prismen und Schrauben geführt und gestellt werden können<sup>2)</sup>. — In einzelnen Fällen wird auch die Bandsäge zum Abschneiden des Eisens benutzt, wobei sie mit einer Geschwindigkeit von 1,25 m in der Sekunde schmiedeiserne Platten bis 100 mm Dicke zu zerschneiden imstande ist<sup>3)</sup>.

**3. Kreissägemaschinen.** Das Kreissägeblatt ist wegen der ausgedehnten Anwendung dieser Säge sowohl für kleine als große Arbeiten und sowohl für Metall- als Holzarbeiten nicht nur in der Größe, sondern auch in der Verzahnung sehr verschieden. Die Form der Zähne ist die des recht- und stumpfwinkligen Dreiecks, bei großen Sägen nach Art der Wolfszähne ausgearbeitet.

1) Ztschr. d. V. d. Ing. 1894, S. 706. — 2) Prakt. Masch.-Konstr. 1883, S. 417. — Dingers Journ. 239, 105. — 3) Dingers Journ. 185, 322; 198, 90; 254, 286; 306, 230. — Hütte 1857, Taf. 16; 1864, Taf. 34; 1867, Taf. 18. — Wiebe, Skizzenbuch, Heft 12, Taf. 1 u. 2; Heft 64, Taf. 3; Heft 69, Taf. 2; Heft 83, Taf. 3, 4 u. 5. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1892, S. 811, 1546. — Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 76 u. 172; 1871, S. 211 u. 231; 1872, S. 216; 1873, S. 13, 27; 1874, S. 27, 343; 1883, S. 395; 1898, S. 69. — Dingers Journ. 134, 15; 169, 248; 181, 342; 186, 285; 191, 1; 192, 24; 243, 83; 249, 278; 250, 58; 253, 317; 258, 56; 274, 213; 286, 77; 289, 178; 296, 32; 299, 6. — Ztschr. f. Werkz. 1898, S. 276, 289; 1899, S. 106; 1900, S. 492; 1901, S. 399, 495; 1904, S. 186, 200.

Im allgemeinen wächst die Zahnteilung und Blattdicke also auch die Schnittbreite mit dem Durchmesser der Scheiben, wie folgende Tabelle, welche jedoch nur Holzsägen umfaßt, zeigt.

Durchmesser.	Blattdicke.	Teilung.	Anzahl der Zähne.
65 mm	0,50 mm	2,17 mm	94
75 "	0,47 "	2,56 "	92
108 "	0,50 "	3,53 "	96
124 "	0,81 "	5,00 "	78
155 "	0,80 "	4,77 "	102
257 "	1,00 "	5,24 "	154

Durchmesser.	Blattdicke.
350 mm	1,50 mm
450 "	2,00 "
550 "	2,50 "
700 "	3,00 "
1100 "	3,50 "

Bei den Kreissägen über 300 mm Durchmesser liegt die Teilung zwischen  $\frac{1}{30}$  bis  $\frac{1}{20}$  des Durchmessers mit außerordentlichen, ziemlich regellosen Schwankungen. — Zum Arbeiten in Metall haben die Kreissägen gewöhnlich nur 50 bis 100 mm Durchmesser, 1 mm Dicke und eine Teilung von 1 bis 2 mm. Ausnahmsweise erhalten sie auch wohl 400 bis 1500 mm Durchmesser und dann 5 bis 6 mm Dicke und eine Teilung von 12 bis 35 mm.

Die Kreissägemaschinen werden ebensowohl für Menschenkraft als Elementarkraft eingerichtet, aber stets so, daß die Säge eine sehr große Geschwindigkeit erhält. Hierbei sitzt die Säge auf einer Welle (Spindel), welche durch Fußtritt mit Schwungrad und Riemenübertragung, oder bei Anwendung von Elementarkraft direkt durch passende Riemenübertragung in Drehbewegung versetzt wird. Wegen der großen Umdrehzahl der Kreissägen eignen sich hier Elektromotoren besonders zum direkten Antrieb<sup>1)</sup>.

In Fig. 343 und 344 ist eine Kreissäge mit Elementarkraftbetrieb zum Holzsägen dargestellt, welche die allgemeine Anordnung, die im ganzen sehr einfach ist, zeigt. Das Sägeblatt a sitzt auf der Sägewelle b, welche durch die

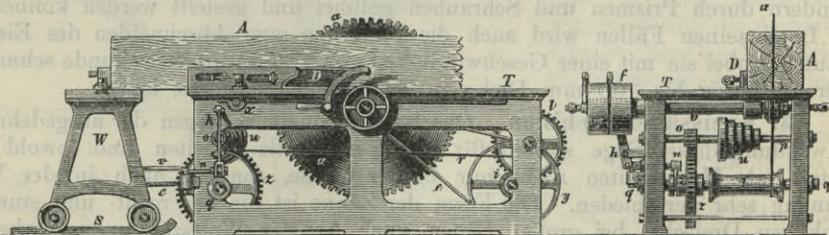


Fig. 343.

Fig. 344.

festen Riemenscheibe *f* in Bewegung gesetzt wird. Das Arbeitsstück *A* liegt zum Teil auf dem Maschinentische *T*, zum Teil auf zwei Wagen *W* (wovon der zweite, der nicht gezeichnet ist, sich an dem anderen Ende der Maschine befindet), die mit Rollen auf den eisernen Schienen *S* laufen. Der Vorschub des Holzes *A*, also die Schaltbewegung, geschieht durch ein entsprechendes Vor-

1) Ztschr. f. Werkz. 1904, S. 200.

wärtsbewegen des Wagens W vermittelt einer Schnur c, welche sich auf die Seiltrommel t aufwickelt. Diese Seiltrommel dreht sich mit Hilfe des Zahnrades z, welches durch das Trieb o auf der Welle op in Bewegung versetzt und vermittelt einer bei n sichtbaren Klauenkuppelung mit der Seiltrommelwelle qq gekuppelt wird. Die Welle op endlich trägt Stufenscheiben u, über die ein Riemen r läuft, der durch entsprechende Stufenscheiben auf der Welle des Rades l die Bewegung erhält, während diese Welle durch das Zahnrad l und das Trieb i vermittelt der Riemenscheibe y und des Riemens e von der Sägewelle b aus bewegt wird, so daß zwischen Vorschub- und Sägegeschwindigkeit ein direkter Zusammenhang besteht. Der sicheren Führung des Arbeitsstückes wegen liegt auf dem Tische T ein eiserner Anschlag D, welcher auf einer Querstange x verschiebbar und durch eine Klemmschraube feststellbar ist, um nach jedem Schnitte um die abgeschnittene Dicke vorgeschoben zu werden, wenn mit dieser Sägemaschine Bretter geschnitten werden sollen. Die Ausrückung der Schaltbewegung durch die Lösung der Kuppelung geschieht entweder durch den Handhebel h oder selbsttätig in dem Augenblicke, wo der Wagen W das Ende des Weges erreicht hat, dadurch, daß dieser Wagen mit einer Stange v gegen den Ausrückhebel wirkt.

Die Kreissägemaschine kann bei einer großen Anzahl von Arbeiten der selbsttätigen Schaltbewegung entbehren, weil in vielen Fällen die Führung des Arbeitsstückes der Arbeiterhand anvertraut wird; dadurch vereinfacht sich die ganze Maschine auf die Spindel b mit der Säge und den Antrieb durch die Riemenscheiben. In dieser einfachsten Gestalt findet die Kreissäge am häufigsten Verwendung, namentlich auch im Walde. Mitunter erhält die Säge sowohl die Arbeits- als auch die Schaltbewegung, besonders in dem Fall, wo das Arbeitsstück schwer transportabel ist: beim Querabschneiden langer Balken zum Abgleichen in Sägemühlen, zum Entfernen der Wurzeln und Zopfenden von den Stämmen und dergleichen mehr. Dann erhält die Sägewelle zweckmäßig ihr Lager in einem schwingenden Rahmen, der mit der Hand dem Arbeitsstücke zugeschoben wird [Balanziersäge, Pendelsäge, schwingende Säge, *Radius cross-cut saw machine*<sup>1)</sup>].

Solche Balanziersägen finden auch zum Abschneiden von rotglühenden Eisenstäben Anwendung, um diese auf gleiche Längen zu bringen, z. B. beim Abgleichen (Araser) von Eisenbahnschienen etc.<sup>2)</sup>. — An dieser Stelle verdienen auch diejenigen Kreissägen Erwähnung, welche unter dem wenig bezeichnenden Namen Kaltsäge zum Absägen dickerer Eisenstangen (Schienen, Träger u. dergl.) vermittelt Handbetriebes zugleich leicht transportabel eingerichtet und allgemein nach dem in Fig. 345 gezeichneten Muster konstruiert sind. Das Kreissägeblatt a ist in einem Rahmen bb gelagert, der scharnierartig an der Betriebswelle w hängt, welche ihre Lagerung in dem Gestelle G findet. Die Drehung der Säge erfolgt durch eine in das auf der Sägewelle sitzende Rad e eingreifende Schnecke d, welche ihrerseits von dem Handrad H vermittelt der Kegelräder k, k angetrieben wird. Zur Aufnahme des Arbeitsstückes dient ein Tisch t, der mit derselben bei Hobelmaschinen gebräuchlichen Aufspannvorrichtung (S. 282) versehen werden kann, außerdem aber aus zwei Teilen t und t<sub>1</sub>

1) Hesse, Werkzeugmasch., S. 214. — Wiebe, Skizzenb., Heft 83, Taf. 3 u. 4. — Richards, Wood-working machines, S. 148. — Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 173. — Dinglers Journ. 248, 59. — 2) Petzoldt, Fabrikat. von Eisenbahnmat., S. 15, Taf. 1. — Hütte 1859, Taf. 12. — Wiebe, Skizzenb., Heft 19, Taf. 6. — Prakt. Masch.-Konstr. 1873, S. 72. — Dinglers Journ. 169, 110. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1895, S. 1341; 1901, S. 449; 1903, S. 574. — Dinglers Journ. 229, 201; 231, 23; 237, 440; 241, 21; 246, 265; 249, 278; 306, 230; 308, 189. — Ztschr. f. Werkz. 1898, S. 20, 326, 354; 1901, S. 56, 409, 484.

besteht, wovon  $t$  vermittelt einer Schraube  $s$  in Prismen auf  $t_1$ , und  $t_1$  vermittelt einer Schraube  $s_1$  in Prismen auf dem Gestellfuß  $F$  rechtwinklig zu  $t$  verschiebbar ist, um das Arbeitsstück in die richtige Lage zu bringen. Beim

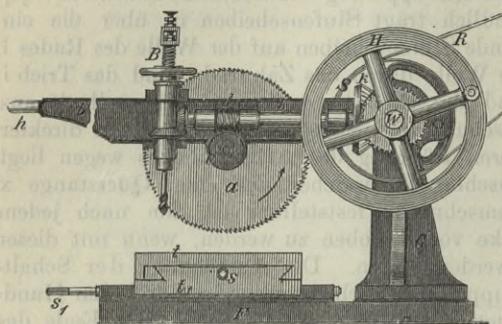


Fig. 345.

Gebrauche wird der Rahmen  $b$  bei  $h$  mit der Hand gefaßt und geführt, so daß die Säge sowohl Arbeits- als auch Schaltbewegung macht. — Gewöhnlich verbindet man in vorliegendem Fall mit der Säge noch einen Bohrrapparat  $B$  (s. Bohrmaschine), sowie eine Riemenscheibe  $S$  zum Betriebe mittelst Riemen  $R$ . — Außerdem richtet man sie durch Anbringen von Laufräder leicht transportabel ein.

Wenn man mehrere Kreissägen auf eine Achse schiebt, so erhält man eine Sägemaschine, die wie ein Gatter mehrere parallele Schnitte macht und in dieser Konstruktion daher oft verwendet wird, z. B. zum Abschwarten, zum Brettersäumen, zum Anschneiden von Zapfen, zum Einschneiden von Nuten etc. — Durch Anordnung zweier Kreissägen in einer vertikalen Ebene übereinander auf zwei parallelen Wellen, so daß sich die Kreisscheiben beinahe berühren, gewinnt man eine Sägemaschine zum Schneiden sehr dicker Hölzer. — Eine ebenfalls sehr nützliche Verwendung findet die Verbindung zweier Kreissägen, die in zwei rechtwinklig aufeinander stehenden Ebenen liegen, zum Ausschneiden rechtwinkliger Absätze. Ist dieses System doppelt angeordnet, so dient es zum Fertigschneiden von Zapfen etc., indem die Absätze auch quer abgeschnitten werden. — Eine eigentümliche Nutensäge entsteht, wenn man eine Kreissäge schief auf die Sägespindel steckt, weil die Säge dann einen Einschnitt hervorbringt, dessen Breite durch das Maß des Schrägsitzens bestimmt ist, weshalb die Säge verstellbar gemacht wird, wenn damit verschiedene Nuten geschnitten werden sollen<sup>1)</sup>. Diese Säge macht den Eindruck einer taumelnden oder schaukelnden Bewegung und heißt deshalb Taumel- oder Schaukelsäge.

Bei Handbetrieb lassen sich für Holzsägen 500 Umdrehungen in der Minute noch leicht erreichen, so daß die Sägegeschwindigkeit bei 100 mm Durchmesser 2,61 m, bei 200 mm Durchmesser 5,23 m in der Sekunde beträgt. Bei Anwendung von Elementarkraft ist die Geschwindigkeit noch bedeutend zu steigern, jedoch auch von der Dicke des Arbeitsstückes und der Materialbeschaffenheit abhängig. Hat das Arbeitsstück eine Dicke von etwa 250 bis 350 mm, so kann die Peripheriegeschwindigkeit der Säge 10 bis 15 m in der Sekunde betragen, bei dünneren Arbeitsstückes auf 15 bis 18 m, für sehr weiche Hölzer selbst auf 45 m steigen. Der Holzvorschub, welcher natürlich ununterbrochen erfolgt, steht in einem gewissen Verhältnisse zur Sägeschwindigkeit und beträgt gewöhnlich  $\frac{1}{500}$  bis  $\frac{1}{300}$  derselben, bei sehr weichem Holze aber sehr viel mehr, nämlich wohl  $\frac{1}{50}$  bis  $\frac{1}{25}$ .

Die Metallkreissägen haben, nur die kleinsten und die Kaltsägen ausgenommen, stets Elementarkraftbetrieb und sehr große Geschwindigkeit. Bei einem Durchmesser von etwa 1,5 m besitzen sie 1000 bis 2000 Umdrehungen in der Minute, also eine Geschwindigkeit von 60 bis 80 m in der Sekunde.

1) Dinglers Journ. 240, 262. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 335; 1902, S. 173.

Der Arbeitsverbrauch  $N$  einer Kreissäge setzt sich ebenfalls aus Leergangsarbeit  $N_1$  und Nutzarbeit  $N_2$  zusammen. Die Leergangsarbeit für Holzsägen ist nach Hartigs Versuchen proportional der Umdrehzahl  $u$  und dem Sägendurchmesser  $D$ , die Nutzarbeit proportional der Schnittfläche und der Schnittbreite  $s$  und umgekehrt proportional dem Volumen der Späne, demnach also:

$$N_1 = \frac{u D}{8 \cdot 10^5} \text{ und } N_2 = \frac{s F}{1000 v}$$

wenn  $u$  die Umdrehzahl in der Minute,  $D$  den Sägendurchmesser und  $s$  die Schnittbreite in Millimeter,  $F$  die stündliche Schnittfläche in Quadratmeter und  $v$  das Volumen Späne für die Stunde und Pferdestärke bedeutet, wobei anzunehmen ist:

$v = 0,014$  Kubikmeter bei harten Hölzern (Esche, Eiche, Buche),

$v = 0,028$  Kubikmeter bei weichen Hölzern (Fichte, Erle),

oder demnach die Gesamtarbeit

$$N = \frac{u \cdot D}{8 \cdot 10^5} + \frac{s \cdot F}{14} \text{ für harte Hölzer,}$$

$$N = \frac{u \cdot D}{8 \cdot 10^5} + \frac{s \cdot F}{28} \text{ für weiche Hölzer.}$$

Für Kreissägen zum Durchschneiden von Eisen und Stahl in rotwarmem Zustande fand Hartig <sup>1)</sup>, daß der Arbeitsverbrauch in Pferdestärken ausgedrückt werden kann durch

$$N = 0,62 + \alpha F$$

wenn  $F$  dann die in der Stunde erzeugte Schnittfläche in Quadratmeter bedeutet, wobei der Arbeitsverbrauch  $\alpha$  für 1  $\square$  m Fläche in der Stunde festgestellt wurde:

für rotwarmes Eisen  $\alpha = 7,56$  Pferdestärken,

für rotwarmen Stahl  $\alpha = 10,9$  Pferdestärken.

## G. Fräsen und Fräsmaschinen <sup>2)</sup>.

**1. Fräsen.** — Wird ein Arbeitsstück in tangentialer Richtung an einer Kreissäge vorbeigeführt, so erhält dasselbe eine Furche, deren Tiefe von der Größe abhängt, bis zu welcher die Säge eintritt. Man kann also auf diesem Wege schmale Einschnitte mit sehr großer Sicherheit, Genauigkeit und Geschwindigkeit herstellen. Denkt man sich nun eine größere Zahl Kreissägen auf einer Sägewelle ohne Zwischenräume nebeneinander geschoben, so erhält man den Grundgedanken für ein Werkzeug, das sich mit allen Vorteilen der Kreissäge in vorzüglicher Weise zur Hervorbringung beliebig breiter Einschnitte und, bei einer genügend langen Reihe von Sägen, selbst zur Bearbeitung großer Oberflächen eignet, die eben ausfallen, wenn sämtliche Sägen gleichen Durchmesser erhalten, aber eine profilierte Fläche annehmen, wenn die Sägen verschiedene Durchmesser bekommen, weil im ersten Fall die Zähne eine Zylinderfläche, im zweiten Fall die Oberfläche eines beliebigen Rotationskörpers bilden.

Bei der Kronsäge (S. 299) ist schon ein Beispiel vorgekommen, bei dem die Schneiden nicht parallel, sondern in einer Ebene rechtwinklig zur Dreh-

<sup>1)</sup> Hartig, Arbeitsverbr. der Werkzeugmasch., S. 12 u. 76. — <sup>2)</sup> v. Knabbe, Fraiser und deren Rolle bei dem derzeitigen Stande des Maschinenbaues. Charkow 1893. — Pregél, Fräse- und Schleifmaschinen. Stuttgart 1892. — Furthe u. Mietzschke, Handb. der Fräseerei, 2. Aufl. Frankfurt a. M. 1903.

achse also radial sitzen. Verlängert man daher diese Zähne in der Richtung nach dem Mittelpunkt, so bilden sie radial sitzende Meißel, welche nun ebenfalls Flächen bearbeiten können, die sehr verschieden ausfallen nach dem Profil der Meißel, der Bewegungsrichtung und der gegenseitigen Lage zwischen Werkzeug und Arbeitsstück.

Endlich ist zu erkennen, daß durch Verbindung beider Systeme von Zähnen Schneidkörper mit Schneiden an der Oberfläche entstehen, deren Anzahl in bezug auf die Profile eine vollständig unbegrenzte ist, da sie sämtlich schließlich Rotationskörper darstellen, deren Erzeugende jede beliebige Linie sein kann.

Die letzte Eigenschaft im Vereine mit dem Vorteile der stetigen Bewegung macht diesen Schneidkörper zu einem der wichtigsten Werkzeuge der Metall- und Holzverarbeitung, welches zwar wegen der mannigfaltigsten Verwendung sehr verschiedene Namen führt, hier aber denjenigen Gemeinnamen Fräse (Fraise, *Cutter*) erhalten mag, den es auch in den meisten Fällen als Sondernamen besitzt. — Die Schneiden der Fräsen sind meißel- oder messerartig und nach den in der Einleitung ausführlich entwickelten Grundsätzen zu konstruieren, also für Metall wesentlich anders als für Holz, da die für Metall bestimmten Fräsen stärkere, mit größerem Schneidwinkel ausgestattete Schneiden besitzen müssen, als die Holzfräsen.

a) Metallfräsen<sup>1)</sup> werden daher auch gewöhnlich in der Art angefertigt, daß man die stählernen, massiven, oder, der Leichtigkeit wegen, hohlen Rotationskörper auf der Oberfläche entsprechend einkerbt — und zwar allgemein wieder mit gehörig profilierten Fräsen, mitunter auch durch Befeilen und vermittelt Stoßmaschinen. — Je nach ihrer Gestalt und Bestimmung haben sie verschiedene Verwendung und Benennung. Im allgemeinen pflegt man sie einzuteilen in Stirnfräsen oder Radialfräsen bei solchen Schneiden, die in einer Ebene rechtwinklig zur Fräsachse oder in Kegelflächen liegen, Achsialfräsen mit Schneiden in Zylinderflächen und gemischte oder Formfräsen aus den vorgenannten Formen in höchst mannigfaltiger Weise zusammengesetzt.

Fräsen von Zylindergestalt (Fig. 346 A), sowohl auf der Mantelfläche a als der Basis b mit Schneiden versehen (Stirnfräsen) sind die gewöhnlichsten zur Bearbeitung ebener Flächen und rechtwinkliger Ansätze, indem sowohl das an der Basis, als an der Mantelfläche vorbeigeführte Arbeitsstück eben bearbeitet wird. — Hierzu gehört unter anderem auch der Spitzring der Nadler als Übergang zwischen Fräsen und Feilen. Derselbe ist eine etwa 150 mm im Durchmesser haltende, 45 mm dicke, runde Stahlscheibe, deren Peripherie feilenartig gehauen ist und zum Zuspitzen der Nadelschaften dient.

Konische Fräsen (Fig. 346 B) sind namentlich geeignet, zylindrische Löcher kegelförmig zu erweitern. Solche kegelförmige sowohl, als auch zylindrische und halbkugelige Erweiterungen werden allgemein Versenkungen genannt, weshalb diese Fräsen auch Senker (Fräser, Versenker, Ausräumer, Ausreiber, Fraise, *Countersink*) und speziell konische Senker, zylindrische Senker usw. heißen. — Die Verwendung der Fräsen von der Gestalt eines abgestumpften Kegels, einer Kugel (Kugelfräse, Kugelknopf, *Cherry*) zum Ausfräsen halbkreisförmiger Rinnen oder hohler Kugelformen, z. B. für Kugel-

1) Dinglers Journ. 217, 173 u. 175; 239, 344; 244, 408; 272, 128; 281, 169; 282, 141; 286, 1; 296, 207, 265; 304, 100; 306, 31; 319, 700. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1893, S. 839; 1894, S. 568, 713; 1895, S. 622. — Prakt. Masch.-Konstr. 1884, S. 145; 1905, S. 2. — Techn. Rundsch. 1900, S. 2, 49; 1901, S. 13, 70; 1902, S. 9, 25, 33; 1903, S. 31. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 201 etc.; 1898, S. 321; 1899, S. 310, 383; 1901, S. 171, 512; 1903, S. 28, 206; 1904, S. 186, 432.

zapfenlager der sogen. Nuß an Schlössern, der Kugelgießzangen etc. ergibt sich hieraus von selbst, — Mitunter sollen freistehende Erhöhungen, z. B. Zapfen, ringartige Vertiefungen oder auch nur Ränder gebildet werden; dann muß die zylindrische Fräse in der Achse mit einem entsprechenden Loche *c* versehen sein, in welches die Erhöhung eintritt (Fig. 346 A). Formfräsen dienen zur Bearbeitung profilierter Flächen aller Art; hierher gehört auch eine solche Fräse, deren Schneiden in Schraubenlinien liegen, um sie zur Anfertigung oder zum Ausfräsen von Zahnücken an Schneckenrädern zu benutzen.

Besondere Anwendung finden die Fräsen zum Ausarbeiten der Zahnücken oder der Zahnflanken an Zahnrädern. Sie haben dann die Gestalt einer Scheibe, deren Peripherie das Profil der Zahnücke besitzt (Fig. 346 C) und heißen gemeinlich Schneidscheiben oder Schneidräder. Sie dienen nicht

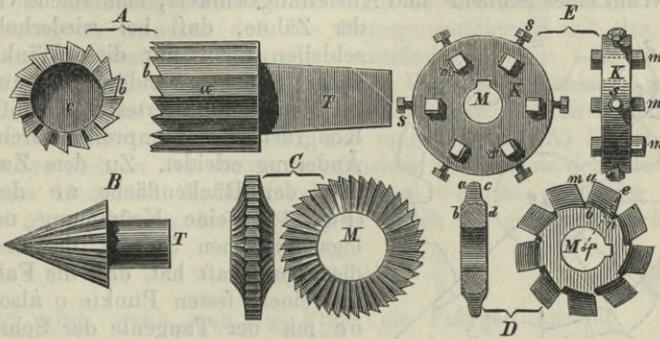


Fig. 346.

nur zur Herstellung der Zahnräder aus vollen Metallscheiben für die Zwecke der Uhrmacherei etc., sondern auch zum Nacharbeiten großer gegossener Messing- und Eisenräder, weil bei ihrer Anwendung die Zähne unter sich sehr übereinstimmend ausfallen.

Die Teilung der Fräszähne und der Durchmesser der Fräse ist naturgemäß sehr verschieden, doch kommen die Durchmesser selten unter 6 mm und über 200 mm vor, weil noch größere Fräsen sehr schwer zu härten sind, ohne daß sie Risse bekommen. Viel bedeutender wechselt die Teilung, wie folgende Zusammenstellung an bewährten Fräsen zeigt. Bei Fräsen von 6 mm Durchmesser ist die Zahl der Zähne 30, also die Teilung etwa 0,6 mm, bei 15 mm Durchmesser ist die Zahl der Zähne 53, also die Teilung etwa 0,8 mm; bei 42 mm Durchmesser beträgt die Zähnezahl 55, also die Teilung 2,4 mm und bei 90 mm Durchmesser nimmt man 75 Zähne, entsprechend einer Teilung von fast 3,8 mm. — Oft ist die Teilung jedoch viel gröber, z. B. bei 75 mm Durchmesser mitunter gleich 10 mm. Bezeichnet man den Durchmesser der Fräse mit *D* in mm so kann man auf Grund zahlreicher Messungen für die Teilung *t* die Formel verwenden:  $t = 0,78 \sqrt{D}$ , wobei die Zähne von  $D = 20$  mm aufwärts gut schleißbar bleiben.

Die Fräsen mit sehr feiner Teilung lassen sich nicht nachschleifen, sondern müssen, wenn sie stumpf geworden sind, weich gemacht, nachgeschnitten und neu gehärtet werden. Um dieser Arbeit überhoben zu sein, wird die Teilung so groß genommen, daß ein Nachschleifen der einzelnen Zähne möglich wird. Für diesen Fall gab man den Schneidrädern zuerst die in Fig. 346 D dargestellte Form. Der Schneidezahn steht mit der Brust *ab* fast radial, so daß der Winkel *b a e* beinahe ein rechter ist. Die Linie *ae* ist kein konzentrischer

Kreis, sondern der Punkt  $e$  liegt dem Mittelpunkte  $M$  näher als der Punkt  $a$ , so daß dadurch der Anstellungswinkel gebildet wird. Das Zahnprofil  $abcd$  ist an allen Stellen des Schneidzahnes kongruent, weil  $bn$  mit  $ae$  äquidistant ist, so daß der Schneidzahn bis zur Linie  $ef$  abgenutzt, d. h. weggeschliffen werden kann, ohne daß sich die Zahnform ändert. Das Anschleifen der Brust durch einen Schleifstein usw. findet wegen der großen Zahnücke am aber kein Hindernis.

Mit Berücksichtigung aller die Wirkung der Fräsen wesentlich bedingenden und unterstützenden Umstände hat sich aus dieser Form diejenige Konstruktion der Fräsen entwickelt, welche die Hauptursache ihres großen Anwendungskreises geworden ist und die man als hinterdrehte Fräsen bezeichnet. In erster Linie erreicht man mit dieser Konstruktion, nebst entsprechender Wahl eines Schneid- und Anstellungswinkels, eine solche Gestaltung

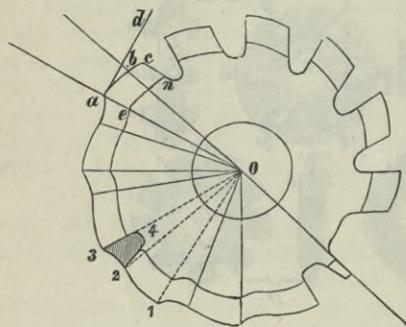


Fig. 347.

der Zähne, daß bei wiederholtem Anschleifen nicht nur diese Winkel unverändert bleiben, sondern daß auch selbst bei den kompliziertesten Formfräsen die Kongruenz der Zahnprofile durchaus keine Änderung erleidet. Zu dem Zwecke gibt man der Rückenfläche  $ac$  des Zahnes (Fig. 347) eine Krümmung nach einer logarithmischen Spirale, da diese Kurve die Eigenschaft hat, daß die Fahrstrahlen von einem festen Punkte  $o$  also  $oa$ ,  $ob$ ,  $oc$  mit der Tangente der Schnittpunkte  $a$ ,  $b$ ,  $c$  einen gleichen Winkel einschließen. Wird deshalb der Zahn an einer durch den Mittelpunkt  $o$  der Fräse gehenden Ebene

$oae$  angeschliffen, so bleiben die Winkelschärfungs- und Anstellungswinkel  $eac$  und  $dac$  stets gleich. Verläuft nun die untere Begrenzung  $e$  eines profilierten Zahnes nach derselben Linie äquidistant zu  $ac$ , so müssen alle Schnittflächen, welche durch Ebenen entstehen die durch den Pol  $o$  gelegt werden, kongruent sein, weshalb ein Schleifen nach solchen Ebenen vollkommen gleichbleibende Zahnprofile hervorbringt, so daß der Zahn bis auf einen kleinen Rest fortgeschliffen werden kann ohne an Brauchbarkeit zu verlieren. Über die Herstellung dieser hinterdrehten Fräse sei erwähnt, daß dieselbe auf der Drehbank in der Weise erfolgt, daß der Drehstahl bei langsamer Drehung des Fräskörpers mit Hilfe einer besonderen Vorrichtung (s. Drehbank) eine Vor- und Rückbewegung für jeden Zahn ausführt, so daß zunächst die Form 1, 2, 3 entsteht. Vermittelst passender Fräsen wird sodann die Zahnücke 2, 3, 4 ausgefräst. — Um auch an denjenigen Schneiden der Fräsen, welche radial, also in einer Ebene rechtwinklig zur Drehachse liegen den Anstellungswinkel zu erhalten, werden die Zähne in einem von  $90^\circ$  abweichenden Winkel hinterdreht (schräg hinterdrehte Fräsen). Hierbei teilt man die Fräsen in schwierigen Fällen in zwei Teile, wovon der eine links, der andere rechts hinterdreht ist, und die nach Art einer Zahnkuppelung zusammengesetzt werden.

Bei großen Fräsen werden die Zähne als besondere Teile als Meißel oder Messer angefertigt und in ein passendes Stück (Kopf, Fräskopf) eingesetzt, entweder dauernd fest, oder ausnehmbar und auswechselbar. Eine dauernde Befestigung erhält man z. B. durch heiß umgelegte Eisenringe, welche sich beim Abkühlen zusammenziehen und die Messer zusammenhalten, oder indem man in einer zylindrischen Lehmform die Messer einformt und dann die Form

mit Gußeisen ausgießt. Auszuwechslende Meißel (Einsatzstähle) sind bei Fräsen mit mehr als 300 mm Durchmesser fast unumgänglich notwendig, aber auch bei kleinen Fräsen oft in Gebrauch. Gewöhnlich werden (Fig. 346 E) die Meißel dann quer durch den scheibenförmigen Fräskopf K gesteckt und durch Klemmschrauben ss festgehalten.

b) Holzfräsen. Bei den Holzfräsen ist die Zahl der Schneiden in der Regel kleiner als bei den Metallfräsen, da sie größere Späne abnehmen und daher eine größere Teilung verlangen. Sie beträgt gewöhnlich zwei bis sechs. Entweder werden sie aus einem Stücke hergestellt oder sie bestehen aus einem scheiben- oder zylinderartigen Kopfe, in welchen Messer eingesetzt werden. In beiden Fällen ist es erwünscht, und oft sogar geboten, die Schneiden so auszubilden, daß sie in beiden Drehrichtungen arbeiten, damit man durch Umsetzung der Bewegung imstande ist, auch an krummen Flächen die Fräsen so zur Wirkung zu bringen, daß die Bewegungsrichtung mit der Faserrichtung zusammenfällt, damit kein Ausreißen stattfindet.

Wird auf diese letztere Anordnung Bedacht genommen, so erzeugt man die Fräsen in einem Stücke aus Rotationskörpern von entsprechender Achsenlänge und Profilierung in der Art, daß man (Fig. 348 A) Einschnitte a macht, deren Seiten sich in der Achse m schneiden. Je nach der Größe des sich in der Achse bildenden Zentriwinkels  $d m c = \varphi$  ist auch der Schneidwinkel  $m c b = \alpha$  verschieden, indem ja dieser durch die geometrische Beziehung

$$\alpha = 90^\circ - \frac{\varphi}{2}$$

festgelegt wird, wenn man die Fräse als Polygon anzieht. Sind demnach 3, 4, 6 Einschnitte, also auch 6 Messer vorhanden, so ist bei gleicher Teilung

$\varphi = \frac{360}{12} = 30^\circ$ , also  $\alpha = 75^\circ$ . — Sind dahingegen vier Messer vorhanden und vier Einschnitte zu je  $15^\circ$ , so wird der Schneidwinkel  $\alpha = 90^\circ - 37,5^\circ = 52,5^\circ$ ,

weil  $\varphi = \frac{360 - 4 \cdot 15}{4} = 75^\circ$  ist, woraus zugleich der Vorteil hervorgeht, die Fräsen nicht als Rotationskörper, sondern als Pyramide, beziehungsweise Prisma, zu konstruieren.

Da beim Härten solcher Fräsen aus Stahl leicht Härterisse entstehen, so pflegt man die Holzfräsen wohl aus Schmiedeeisen anzufertigen und an den Schneiden durch Einsetzen zu härten. — Hierbei verdient auch folgende Methode zur Anfertigung der Fräsen Erwähnung. Man nimmt runde Scheiben von Stahlblech und treibt sie zu einem Rotationskörper oder einer Pyramide von verlangtem Profil aus, z. B. durch Stanzen; sodann kerbt man sie vom Rande an so ein, daß in der Mitte eine Kuppe stehen bleibt, die mit einer Durchbohrung auf die Frässpindel gesteckt wird, und härtet durch Einsetzen. — Stehen die Fräsen in einer Richtung auf den Schnitt, so werden sie in der Weise konstruiert, wie die nebenstehende Fig. 348 B ohne weitere Erklärung zeigt. — Für größere Fräsen ist die Konstruktion mit eingesetzten Messern

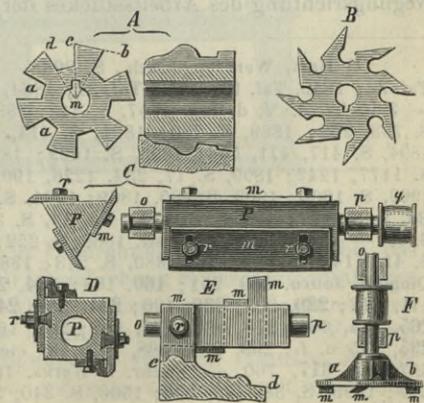


Fig. 348.

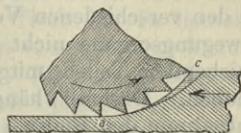
mehr üblich. Die verschiedenartig profilierten Messer *m* werden dann entweder quer durch den Fräskopf gesteckt, oder auf einen prismatischen Körper von gewöhnlich drei- oder viereckigem Querschnitte gelegt (Fig. 348 C und E) und durch Schrauben *r* gehörig befestigt; oder endlich quer durch eine rotierende Scheibe gesteckt und ebenfalls durch Schrauben oder Keile befestigt. Das viereckige Prisma eignet sich dann sowohl zur Aufnahme von zwei als vier Messern. Durch Verteilung einer Anzahl schmaler Messer *m*, *m*, *m* über die Seiten des Prismas, wie Fig. 348 E zeigt, ist man imstande, verschiedene Profile zu einem einzigen *cd* zusammenzusetzen. — Bei dieser Art der Anbringung bewegen sich die Schneidpunkte in Kreisen, zu welchen die Arbeitsflächen *cd* Berührungsflächen bilden (Fig. 348 E). — Stehen die Schneiden *m*, *m* jedoch, wie Fig. 348 F zeigt, quer durch eine Scheibe *ab* oder durch Arme (was im Wesen nichts ändert), so bewegen sie sich in Kreisen, welche mit der Arbeitsfläche zusammenfallen, und sind daher auch nur geeignet, ebene Flächen zu erzeugen. Sie arbeiten dann quer gegen die Fasern, während die Schneiden ersterer Konstruktion in der Richtung der Fasern zur Wirkung kommen. Die bei dieser Anordnung zur Verwendung gelangenden Messer haben oft die Gestalt eines Grundhobeisens S. 279 oder eines runden Ringes.

**2. Fräsmaschinen.** — Die Wirkungsweise der Fräse verlangt, wenn sie ökonomisch sein soll, eine große Peripheriegeschwindigkeit. Hierin liegt nicht nur der Grund, weshalb man die Fräse so leicht als möglich anfertigt, sondern auch die Unzweckmäßigkeit, dieselbe mit freier Hand oder einem Geräte zu bewegen, das nur langsame Umdrehung zuläßt (z. B. Brustleier), weshalb dieses auch nur selten und vorübergehend, z. B. beim Versenken eines Loches gebraucht wird. Man bedarf vielmehr zur Erzeugung der gehörigen Geschwindigkeit machinaler Vorrichtungen der Fräsmaschinen (*Machine à fraiser*, *M. à shéper*, *Milling machine*, *Cutting machine*, *Shaping machine*), die je nach dem zu verarbeitenden Material in Metall- und Holzfräsmaschinen zerfallen.

a) Die Metallfräsmaschine<sup>1)</sup> besteht dem Wesen nach aus einer gewöhnlich horizontal liegenden Welle (Horizontalfräsmaschine), welche die Fräse aufnimmt und in Bewegung setzt, sodann aus einer Vorrichtung für die Aufnahme des Arbeitsstückes und endlich aus den Mechanismen für die Erzeugung der Relativbewegung zwischen Arbeitsstück und Werkzeug. Bezüglich dieser Bewegung sei bemerkt, daß das Werkzeug stets die Arbeitsbewegung erhält und daß die Schaltbewegung mitunter dem Werkzeuge in der Regel aber dem Arbeitsstücke zufällt, jedoch fast ausnahmslos in der Weise, daß die Bewegungsrichtung des Arbeitsstückes derjenigen des Werkzeuges entgegengesetzt ist.

1) Hart, Werkzeugmasch., S. 298. — Hesse, Werkzeugmasch., S. 159. — Hütte 1858, Taf. 32; 1859, Taf. 12; 1863, Taf. 32; 1864, Taf. 33. — Wiche, Skizzenb., Heft 66, Taf. 3 u. 4. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1857, S. 112; 1885, S. 512; 1886, S. 559; 1887, S. 1140; 1888, S. 753, 968; 1889, S. 750; 1891, S. 414, 1460; 1892, S. 749, 1460; 1893, S. 586, 839; 1894, S. 417, 471, 565; 1895, S. 1499; 1896, S. 1261, 1334; 1897, S. 878, 1033; 1898, S. 1177, 1242; 1899, S. 17, 254, 1226, 1902; 1900, S. 1755; 1901, S. 80, 157, 444, 1741; 1902, S. 1666; 1903, S. 485, 1869; 1904, S. 1377. — Armengaud., Publ. ind., Bd. 3, S. 44; Bd. 5, S. 257; Bd. 8, S. 374; Bd. 14, S. 371; Bd. 26, S. 433; Bd. 27, S. 119; Bd. 30, S. 65. — Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 252; 1871, S. 148; 1872, S. 5; 1873, S. 356; 1878, S. 41, 114; 1879, S. 21; 1880, S. 213; 1881, S. 119; 1884, S. 145, 214; 1885, S. 304. — Dingers Journ. 159, 251; 160, 188; 164, 260; 205, 189; 214, 191; 216, 301, 477; 217, 171, 172; 229, 203; 230, 126; 231, 104; 243, 293; 252, 272; 255, 503; 256, 65; 261, 286; 265, 254, 481; 274, 487; 277, 158; 281, 169 u. f.; 282, 145 u. f.; 285, 34 u. f.; 288, 85; 295, 245 u. f.; 299, 250; 308, 147, 164 etc.; 309, 84, 101; 312, 170, 182; 313, 80; 316, 357 etc.; 317, 760. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 5, 293, 354; 1898, S. 2, 58, 227, 365, 369; 1899, S. 38, 322, 340; 1900, S. 340, 393, 475, 487, 505, 535; 1901, S. 69, 115, 319, 420, 463, 543; 1902, S. 9, 519, 550; 1903, S. 6, 17; 1904, S. 287.

Da die Bewegung selbstverständlich eine ununterbrochene sein muß, so beginnt bei dieser entgegengesetzten Schaltrichtung jeder Zahn die Arbeit mit der Abnahme einer äußerst dünnen, daher fast ganz widerstandslosen Schicht bei a. Diese Schicht nimmt allmählich bis zum Austritt c des Zahnes aus dem Arbeitsstück im Verhältnis zur Schaltgeschwindigkeit zu, wodurch der Span ac einen Querschnitt bekommt, der ihm den Namen Kommaspan verliehen hat. Infolge dieses Schnittvorganges treten fast gar keine Stöße, sowie Nachteile für die Schneiden auf, während bei der Bewegungsrichtung mit dem Zahn, der letztere die Arbeit mit dem größten Widerstande bei c, also mit entsprechendem Stoß beginnen, eine unvollkommene Arbeit liefern und eine schnelle Abnutzung erfahren müßte.



Die Bewegung, welche das Arbeitsstück zum Zwecke der Schaltung ausführt, kann der Art nach geradlinig, kreisförmig oder gemischt geradlinig-kreisförmig, der Richtung nach in bezug auf die Spindelachse parallel, spitzwinklig oder rechtwinklig sein, so daß sich aus der Vereinigung der Bewegungsarten und der Bewegungsrichtungen sich die außerordentlich große Mannigfaltigkeit der Fräsarbeiten ergibt.

Die in Fig. 349 dargestellte Fräsmaschine veranschaulicht die Konstruktion einer älteren aber vorbildlichen Maschine dieser Art mit selbsttätigem Vorschub des Arbeitsstückes. — Die Fräse a sitzt am vorderen Ende der Spindel ab, und bekommt mit dieser die Arbeitsbewegung direkt durch die Stufenscheiben S. Das Arbeitsstück wird auf dem Aufspanntische T durch Aufspannkloben u. dergl. befestigt und mit demselben zunächst vertikal auf- oder niederwärts bewegt, um in die richtige Lage zu der Fräse a zu gelangen. Zu dem Zwecke wird der Tisch T von einer Konsole getragen, die an der Vorderseite des Gestelles G bei ff Prismenführungen besitzt und unterwärts durch die starke Schraubenspindel p gestützt wird. Diese Schraube hat ihre Mutter in q und besitzt am oberen Ende einen Zapfen in einem Lager an der Konsole.

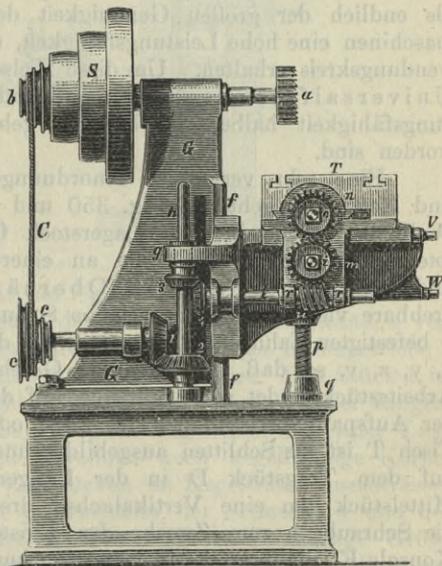


Fig. 349.

Die Bewegung der Schraube erfolgt durch ein Schraubenrad, das am unteren Ende des Zapfens sitzt und durch eine Schnecke gedreht wird, die auf einer kurzen Schneckenwelle sich befindet, welche bei W durch eine aufgesteckte Handkurbel solange nach links oder rechts in Umdrehung versetzt wird, bis das Arbeitsstück die richtige Lage erhalten hat. Zur Verschiebung in der Horizontalebene ist der Tisch als Kreuzsupport konstruiert. Die Annäherung oder Entfernung an das Gestell wird mit Hilfe der horizontalen Schraube bewirkt, die bei V durch eine Handkurbel bewegt wird, und die Bewegung vor dem Gestelle entlang durch eine horizontale Leitspindel o, welche entweder ebenfalls mit einer aufgesteckten Handkurbel H, oder zur ununterbrochenen Verschiebung des Arbeits-

stückes selbsttätig Bewegung erhält. In letzterem Fall treten die Zahnräder *n* und *i* in Tätigkeit, indem das Rad *i* von der Schnecke *u* gedreht wird, welche durch die Kegelräder 4, 3, 2, 1, von den Schnurscheiben *c* den Antrieb erhält, die durch die Schnur *C* von den Schnurscheiben *b* aus gedreht werden. Damit bei den verschiedenen Verschiebungen des Tisches und der Konsole die einzelnen Bewegungsorgane nicht außer Eingriff kommen, werden diese von den sich verschiebenden Teilen mitgenommen und auf den Wellen in langen Nuten verschoben. Deshalb hängt an dem unteren Tischschlitten das Lager *m* zur Aufnahme des Rades *i* und der Schnecke *u*, die zwischen den Armen *r* liegt und auf der Welle *t* verschoben wird. Desgleichen trägt die Konsole den Arm *g*, an dem das Zahnrad 3 hängt, durch welches die vertikale Welle *h* sich verschieben kann.

Wie bei einer so wichtigen Maschine, als die Fräsmaschine ist, zu erwarten steht, kommt dieselbe in mannigfachen Konstruktionen und für zahlreiche Einzelzwecke, namentlich bei der Fabrikation anderer Maschinen (Nähmaschinen u. dergl.), bei der Anfertigung von Gewehrteilen, Schlössern, besonders Schlüsseln, Zahnrädern, zum Abfräsen der sechskantigen Schraubenmuttern etc. vor. — Bezüglich dieser Spezialmaschinen muß auf die oben (S. 330) angeführten Quellen verwiesen werden.

Infolge der großen Mannigfaltigkeit, hervorgegangen aus der vielseitigen Art der Schaltung der Arbeitsstücke einerseits, der Vielgestaltigkeit der Fräsen, der Vorteile einer stetigen Wirkungsweise und großen Arbeitsgeschwindigkeit als endlich der großen Genauigkeit der Arbeit andererseits haben die Fräsmaschinen eine hohe Leistungsfähigkeit, sowie einen außerordentlich großen Verwendungskreis erhalten. Um diese Vielseitigkeit möglichst auszunutzen sind die Universalfräsmaschinen entstanden, welche ihrer weitgehenden Verwendungsfähigkeit halber die häufigst gebrauchte Form der Fräsmaschinen geworden sind.

Eine sehr verbreitete Anordnung dieser Universalfräsmaschine (Frister und Roßmann) geht aus Fig. 350 und 351 hervor. Die Fräse *a* sitzt auf der Welle *b*, welche in dem Lagerstock *C* gelagert und am Ende *c* durch eine tote Spitze gestützt wird, die an einer Schraube des verstellbaren, drehbaren und wegnehmbaren Armes *RR* (Oberhänger) sitzt. Zum Antrieb dient die um *b* drehbare vierstufige Riemenscheibe *S* durch direkte Stiftekuppelung mit dem auf *b* befestigten Zahnrad *v*, oder indirekt durch das auswechselbare Rädervorgelege *x, y, z, v*, so daß ein beliebiger Geschwindigkeitswechsel möglich wird. Das Arbeitsstück findet seine Stützung auf dem Tisch *T* entweder mittelst passender Aufspannvorrichtungen (S. 283) oder zwischen zwei Spitzen *d, e*. Dieser Tisch *T* ist als Schlitten ausgebildet und mittelst der Schraube *f* und Mutter *g* auf dem Tragstück *D* in der Längsrichtung verschiebbar und durch ein Mittelstück um eine Vertikalachse drehbar. Das Tragstück *D* liegt durch die Schraube *h* zum Zwecke der Einstellung wagerecht verschiebbar auf der Konsole *K*, die ihrerseits in Längsführungen *ll* vor dem Maschinengestell *G* von der Stützscharbe *P* mit Mutter in *Q* mit Hilfe eines Kegelradpaares *k* und Handkurbel *w* zur Einstellung genauer Höhenlage verschoben werden kann. Zur Bewegung des Tisches *T* mit der Hand dient die Handkurbel *H*. Die selbsttätige Schaltung wird von der Welle abgeleitet durch Stufenscheiben und Riemen *J*, Welle *m* mit Gelenk, Schneckenrad *n*, Schneckengetriebe 1, 2 und Kegelradumsetzung 3, 4. Die Kegelräder 3 und 4 sitzen lose drehbar auf der Schraube *f*, welche der Länge nach genutet ist. Zwischen 3 und 4 liegt ein Kuppelstück 5 mit Kuppelzähnen durch Nut und Feder mit der Schraube *f* verbunden, so daß letztere links oder rechts von den Kegelrädern 3 oder 4

mitgenommen wird, je nach dem 5 links oder rechts eingerückt ist. Danach erfolgt durch Drehung der Schraube in der Mutter g Links- oder Rechtsgang des Tisches T. In der mittleren Stellung von 5 ist die Selbstschaltung ausgerückt. Die Kuppelung von 5 erfolgt in bekannter Weise durch einen Rückhebel mit der Hand oder auch mit Stoßknaggen n am Tisch T. In manchen Fällen ist es erwünscht das Arbeitsstück zwischen Spitzen einspannen zu können, z. B. beim Einfräsen einer Nut in einer kurzen Welle. Zu dem Zwecke sind auf dem Tisch T die beiden Spitzenträger L und M mit Spitzen d und e angebracht, von denen sich M wie der Reitstock einer Drehbank verstellen läßt. Wird nun hierbei dem Arbeitsstück neben der geradlinigen Verschiebung mit dem Tisch noch eine Drehbewegung um seine Achse erteilt, so erfolgt das Ausnuten nach Schraubenlinien z. B. bei der Anfertigung der sog. Spiralbohrer.

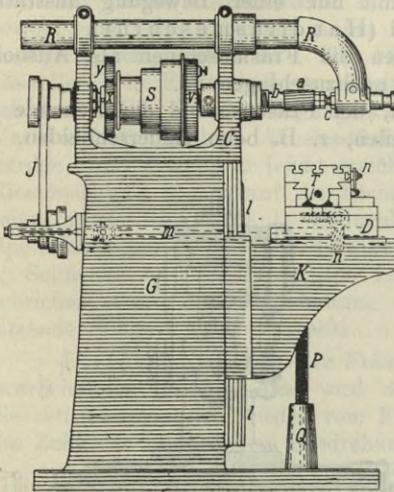


Fig. 350.

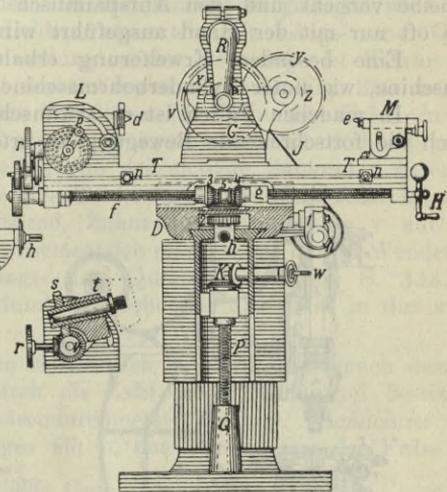


Fig. 351.

Um diese Drehung hervorzubringen, sitzt die Spitze d (wie die Nebenzeichnung erkennen läßt) in einem besonderen Stück t, das mit einem Schneckenrad s versehen ist, in welches die Schnecke v eingreift, die durch das Rädergetriebe r von der in Drehung befindlichen Schraube f angetrieben wird. Das Stück t ist in dem Gehäuse L um die Achse v drehbar, ohne daß v und s außer Eingriff kommen, und durch eine Klemmschraube in einem Bogenschlitz in jeder Lage festzustellen: dadurch ist die Möglichkeit gewonnen auch kegelförmige Körper auf der Oberfläche zu Fräsen, z. B. die Zahnücken an Kegelfräsen auszufräsen. — Da sich der Dorn d mit dem Stück t mittelst der Schnecke v und des Schneckenrades s mit der Hand an der Kurbel p um eine beliebige Größe drehen läßt, so kann das mit d passende verbundene Arbeitsstück nach jedem Arbeitsgang ebenfalls um einen beliebigen Winkel gedreht, also nach einer bestimmten Teilungsgröße eingestellt werden. Zur Abmessung dieser Größe dient eine mit Löchern ausgestattete Teilscheibe p, in deren in Kreislinien angeordneten Löchern ein Stift der Handkurbel p eintritt. Mit dieser Einrichtung ausgestattet, heißt der Spitzenträger Teilkopf und ist ein wichtiges Ergänzungsstück zum Fräsen von Zahnrädern, Spiralbohrern, Reibahlen u. dergl.

Erhält das zwischen den Spitzen d und e eingespannte Arbeitsstück nur eine Drehbewegung unter der Fräse a, so nennt man die Arbeit Rundfräsen gegenüber Planfräsen, wenn ebene Oberflächen gefräst werden. Bei

den Planfräsmaschinen liegt die Frässpindel häufig mit Endzapfen in Lagern, welche sich an Ständern auf- und niederbewegen lassen wie der Querbalken einer Hobelmaschine (Fig. 312, S. 285). Das Arbeitsstück wird dann auch wie bei dieser Hobelmaschine auf einem Tische hin- und hergeschoben (Langfräsmaschine). — Manche Fräsmaschinen sind mit zwei einander gegenüberstehenden Spindeln versehen, um gleichzeitig zwei Flächen fräsen zu können (Doppelfräsmaschine).

Zahlreich sind die Ausführungen für Einzelzwecke namentlich in der Massenfabrication (Nähmaschine, Schloßer, Zahnräder, Gewehrteile usw.). Gewöhnlich vereinfacht man dann die Fräsmaschine, besonders wenn es sich um kleine Arbeitsstücke handelt, indem man den Spindelstock C ohne Überhänger B auf einem Säulengestell befestigt, die Spindel mit nur einer Riemenscheibe versieht und den Aufspanntisch mit nur einer Bewegung ausstattet, die oft nur mit der Hand ausgeführt wird (Handfräsmaschine).

Eine besondere Erweiterung erhalten die Fräsmaschinen als Ausbohrmaschine, wie unter Zylinderbohrmaschine nachzuschlagen ist.

In manchen Fällen ist es erwünscht, der Fräse sowohl die drehende als auch die fortschreitende Bewegung zu erteilen, z. B. beim Räderschneiden, wo

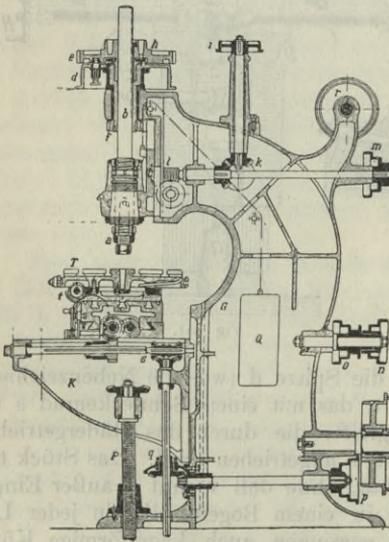


Fig. 352.

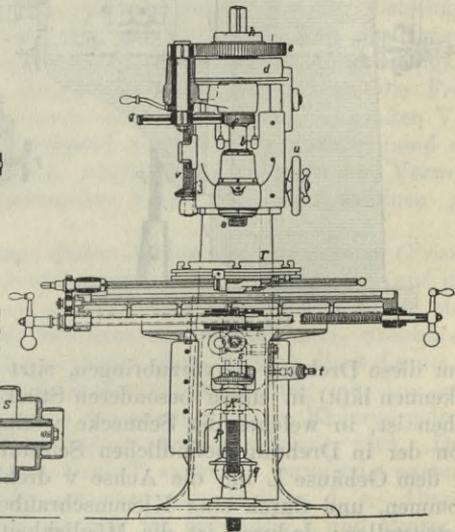


Fig. 353.

dann das Rad mit der Nabe um eine vertikale Achse oder mit einer horizontalen Drehscheibe, wie bei der Stoßmaschine, zum Zwecke der Einteilung drehbar ist und die Fräse während der Drehbewegung mittelst eines vertikalen Schlittens auf und nieder bewegt wird. — Mitunter liegen mehrere Frässpindeln parallel nebeneinander in einem Gestelle und bringen ebensoviel Fräsen zur Wirkung, z. B. beim Ausfräsen der Seilnuten an Seilscheiben u. dgl.

Da der Gebrauchskreis der Fräsmaschine sich wesentlich erweitert, wenn die Fräswelle eine senkrechte Lage erhält, so konstruiert man häufig Fräsmaschinen mit senkrechten Spindeln (Vertikalfräsmaschine). Eine vollkommene Maschine dieser Art (Berner) führt Fig. 352 und 353 vor Augen. Man erkennt in b die Frässpindel mit dem Kopf zur Aufnahme der Fräse a.

Diese Spindel ist mit dem unteren Ende in einem vor dem Gestell G in Führungen verschiebbaren Schlitten c gelagert, dessen Gewicht durch ein im Hohlraum des Gestelles hängendes Gegengewicht Q ausgeglichen ist. Die Drehung der genuteten Spindel erfolgt durch einen Riemen, der von der dreistufigen Riemenscheibe S über Leitrollen r auf die Riemenscheibe d geleitet wird, die sich frei um die Spindel dreht, während das Zahnrad e durch Nut und Feder mit der Spindel b so verbunden ist, daß b von e mitgenommen wird, ohne an der Vertikalverschiebung verhindert zu sein. Wird d mit e gekuppelt, so erfolgt die unmittelbare Drehung von b. Andererseits trägt d an der verlängerten Nabe ein Zahnrad f, welches durch das Rad g eine Nebenwelle dreht, die durch ein anderes in e eingreifendes Zahnrad die Bewegung auf b mit anderer (kleinerer) Geschwindigkeit überträgt. Zur Aufnahme des Arbeitsstückes dient der runde Aufspanntisch T, der von der Konsole K getragen wird und sowohl um eine vertikale Achse drehbar als auch mit Längs- und Querbewegung ausgestattet ist. Zur Einstellung in der Höhenlage ist K vor dem Gestelle G in Führungen mittelst der Schraube v wie in Fig. 350 zu verschieben. Die Schaltbewegung kann bei dieser Maschine der Fräse in der Vertikalrichtung, dem Arbeitsstück geradlinig kreuzweise und drehend erteilt werden, und zwar, wie leicht ersichtlich, von der an dem Zahnrad e sitzenden Riemenscheibe h aus auf die Riemenscheibe i, durch die Kegelräder k einerseits mittelst Schnecke l, Schneckenrad, Zahnrad und Schraube v auf den Spindelschlitten c, andererseits durch Riemetrieb m, n, o, p, q und Wendetrieb s, Schnecke und Schraube zur Längs- und Querbewegung, wie S. 333 beschrieben, sowie zur Tischdrehung durch die Schnecke t, welche in das an T sitzende Schneckenrad eingreift.

Die Geschwindigkeit der Fräsen richtet sich in erster Linie nach dem zu bearbeitenden Material und wird durch die Zahl der Umdrehungen bestimmt, die selbstverständlich wieder vom Fräsendurchmesser abhängt. Bezeichnet man die Zahl der minutlichen Umdrehungen mit n, den Durchmesser der Fräse mit D in mm und berechnet die sekundliche Geschwindigkeit  $c = \frac{n \cdot D \cdot \pi}{60}$ , so soll durchschnittlich sein:

$$n = \frac{5000}{D} \text{ und } c = 260 \text{ mm für Gußstahl und Gußeisen,}$$

$$n = \frac{5000 \text{ bis } 6000}{D} \text{ und } c = 315 \text{ mm für Schmiedeeisen,}$$

$$n = \frac{8000 \text{ bis } 10000}{D} \text{ und } c = 420 \text{ bis } 525 \text{ mm für hartes Messing,}$$

Rotguß etc.

Der Vorschub in der Minute beträgt für hartes Material, Gußeisen, Stahl und Schmiedeeisen durchschnittlich 15 bis 30 mm, für Messing, Rotguß u. dgl. bis 50 mm, wobei der langsamere Vorschub bei den zackigen, der schnellere bei den einfachen Profilen zu wählen ist. Bei Fräsen aus Schnellstahl (S. 13) soll sich die Schnittgeschwindigkeit für gewöhnliches Gußeisen auf 750 mm und demgemäß die Schaltgeschwindigkeit auf 115 mm steigern lassen.

In bezug auf den Kraftbedarf nach der Formel

$$N = N_1 + N_2$$

kann man nach Hartig die Leergangsarbeit  $N_1$  zu 0,1 bis 0,5 Pferdestärken annehmen, je nach Anordnung und Geschwindigkeit. Die Arbeitsgangsarbeit  $N_2 = a \cdot G$  (wenn G das Gewicht der stündlich abgenommenen Späne) ist je

nach Fräsegestalt und Material verschieden, indem z. B. der spezifische Arbeitswert zum Abspannen von 1 kg Spänen in der Stunde auf ebenen Flächen  $\alpha = 0,239$  bei hartem Gußeisen und  $\alpha = 0,0113$  bei weichem Gußeisen beträgt.

b) Holzfräsmaschinen. Die Holzfräsen werden durch Wellen  $op$  in Umtrieb gesetzt, die horizontal oder vertikal gelagert sind (Fig. 348 C, E, F) und durch rasche Rotation den Fräsen die Arbeitsbewegung erteilen, während das Arbeitsstück unter, neben, oder über den Fräsen vorbeiläuft und also die Schaltbewegung bekommt, die entweder durch die Arbeiterhand oder durch selbstwirkende Vorrichtungen erzeugt wird und zwar sowohl in als gegen die Schneidrichtung, obwohl die Bewegungsrichtung gegen diejenige der Fräse den Vorzug verdient und wie bei den Metallfräsen (S. 331) am häufigsten zur Verwendung gelangt.

Nicht nur durch die verschiedenen Stellungen der Welle (vertikal, horizontal), sondern auch durch Vereinigung von Fräsen auf horizontalen Wellen mit solchen auf vertikalen Wellen und selbst mit den auf S. 291 beschriebenen eigentlichen Hobelmaschinen erhält man eine große Verschiedenheit in der Konstruktion dieser wichtigen Holzbearbeitungsmaschine. Wesentlich unterscheidet man in der Praxis eigentliche Fräsmaschinen und Holzhobelmaschinen, ohne jedoch ganz bestimmte Merkmale für die eine oder andere Maschine anzugeben.

1. Holzfräsmaschinen<sup>1)</sup>. Die Holzfräsmaschine hat durchgängig einen kleinen, etwa zwischen 30 bis 100 mm Durchmesser haltenden Schneidkopf von der Art Fig. 348 A, der gewöhnlich auf einer aufrechtstehenden Welle unmittelbar über einem

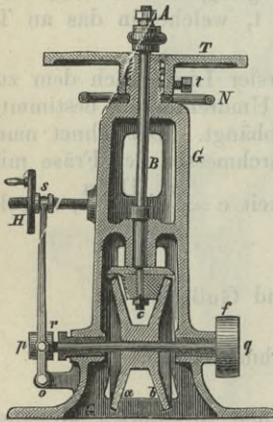


Fig. 354.

Tische sitzt und sich mit dieser Welle, welche den Antrieb unter der Tischplatte hat, dreht, während das Holz auf dem Tische seitlich daran vorbeigeführt wird. Zur näheren Erläuterung ist in Fig. 354 eine solche Maschine mit Reibungsräderantrieb dargestellt. Der Fräskopf A, der nach beiden Richtungen schneidend konstruiert ist, sitzt auf der vertikalen Welle B, welche zur Erzeugung eines ruhigen Ganges und Vermeidung von Erschütterungen in zwei langen Lagern läuft und am unteren Ende einen Kegel  $c$  aufnimmt, der durch die kegelförmigen Friktionsscheiben  $a$  und  $b$  gefaßt und angetrieben wird, und zwar nach links oder rechts, je nachdem die Scheibe  $b$  oder  $a$  zur Wirkung gebracht wird. Wie die Zeichnung ergibt, bilden die beiden Scheiben  $a$  und  $b$  ein Stück, das auf der Welle  $pq$  durch Feder und Nut gehalten und durch

die Riemenscheibe  $f$  nach einer Richtung in Drehung versetzt wird. Wenn man daher eine der Scheiben,  $a$  oder  $b$ , an den Kegel  $c$  anpreßt, so erfolgt die Bewegung. Dies Anpressen vermittelt der in  $o$  drehbare Hebel  $ors$ , welcher mit dem gabelförmigen Ende  $s$  um die mit  $H$  verbundene genutete Schraubennutter faßt und sich daher je nach der Bewegung dieser Mutter mit Hilfe des

1) Richards, Wood-working machines S. 176. — Exner, Werkzeuge etc. — Hesse, Werkzeugmasch. d. Wien. Ausstell. S. 289. — Hütte 1868, Taf. 20, 34 u. 35. — Wiebe, Skizzenb., Heft 66, Taf. 3 u. 4; Heft 68, Taf. 6; Heft 69, Taf. 3 u. 4; Heft 83, Taf. 5. — Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 104 u. 252; 1870, S. 188 u. 204; 1878, S. 458; 1880, S. 94. — Dingers Journ. 159, 87; 228, 211; 232, 489; 246, 126; 267, 435; 274, 245; 277, 199; 286, 219; 290, 34; 291, 30; 297, 121; 304, 75, 97, 123; 313, 80. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 220; 1904, S. 93.

Handrades H nach rechts oder links um den Bolzen o dreht, sowie mit dem gabelförmigen Teil r, welcher die Hülse bei p auf der Welle umfaßt, diese verschiebt und die Scheibe a oder b mit einer Kraft anpreßt, welche zum Betriebe erforderlich ist und durch das Handrad H vollständig geregelt werden kann. In der Mittelstellung reiben sich a und b nicht an c, so daß die Maschine in dieser Hebellage still steht, während sich die Welle p q fort dreht. Der Arbeitstisch T ruht um den oberen Teil des Bockes G auf der Nabe des Handrades N, welche inwendig ein Muttergewinde besitzt und daher durch Drehung um den Hals des Bockes sich und den Tisch zur Einstellung auf und nieder bewegt. Eine Klemmschraube t schützt den Tisch gegen das nicht gewünschte Mitnehmen durch das Arbeitsstück; nach Lösung dieser Schraube kann sich aber der Tisch drehen, was bei manchen Arbeiten erleichternd für die Verschiebung des Arbeitsstückes ist. Statt des Tisches kann auch eine beliebig geformte Auflage aufgesetzt werden, die beim Fräsen doppelt gekrümmter Hölzer größere Bequemlichkeit gewährt.

Von dieser Konstruktion, welche sich namentlich durch Einfachheit auszeichnet, sind die anderen wesentlich durch den Antrieb verschieden, der fast ausschließlich durch Riemen statt durch Reibungsräder erfolgt und zwar, um auch beide Drehrichtungen hervorzubringen, durch offene und gekreuzte Riemen, oder durch einen Riemen mit entsprechendem Umkuppelungsmechanismus (ähnlich demjenigen der Hobelmaschine S. 285), der durch die Hand regiert wird. — Manche Erbauer ziehen es vor zwei Spindeln mit entgegengesetzter Drehvorrichtung nebeneinander anzubringen, um zweiseidige Fräsen zu vermeiden (zweispindelige Maschinen). Diese Spindeln werden dann oft in verschiedenem Abstände voneinander angebracht und gleichzeitig in Tätigkeit gesetzt, um die Hölzer an zwei Stellen zugleich zu fräsen. — Während die gewöhnlichen Fräsmaschinen mit abwärts gerichteten Spindeln sich besonders zum Bearbeiten von Kanten eignen, bilden die über dem Tische schwebenden Fräsen bei guter Anordnung ein vorzügliches Mittel zur Bearbeitung von Flächen, namentlich von Flächenvertiefungen in Täfelungen, an Modellen u. dgl., weil bei ihnen die Arbeitsfläche dem Gesichte des Arbeiters zugekehrt und daher fortwährend zu beobachten ist, was bei gewöhnlichen Fräsen ein häufiges Wenden voraussetzt. Ihrer Bestimmung gemäß nennt man diese Maschinen wohl Versenkmaschinen (*Defonceuse, Moulding and recessing machine*). Eine sehr bequeme Ausführungsform derselben zeigt Fig. 355. Der zur Aufnahme der Fräsen eingerichtete Kopf a sitzt an der Spindel a b, welche durch die Riemenrolle c, von der Riemenscheibe d aus die Drehung empfängt, während die Achse der Scheibe d von der Transmission angetrieben wird. Das Arbeitsstück W kann auf dem Tische t entweder frei bewegt oder mit demselben durch passende Aufspannvorrichtungen fest verbunden und in zwei Richtungen verschoben, mitunter auch gedreht werden. Zu dem Zwecke liegt t in Prismenführungen des Rahmens t<sub>1</sub>, und t<sub>1</sub> auf dem Rahmen t<sub>2</sub> des Gestelles A<sub>1</sub>; t<sub>1</sub> erhält eine Verschiebung durch die Schraube n, und t eine rechtwinklig dazu gerichtete von der Schraube o. Um die Fräse zur Wirkung zu bringen, wird dieselbe während ihrer Drehung entsprechend senkrecht bewegt und zwar durch einen um K schwingenden Fußtritt h mit der Hebelübersetzung h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub>, g, f aufwärts und durch einen zweiten neben h liegenden um p schwingenden Fußtritt abwärts, wobei der Hebel f an dem Schieber S angreift, in dem die Spindel a b gelagert ist. Der Niedergang des an vertikalen Führungen des Gestelles A gleitenden Schiebers S und somit die Höhe der herzustellenden Vertiefungen im Arbeitsstücke erhält durch die Stellschraube e eine genaue Begrenzung. Das Gewicht G zieht den Schieber in die obere Stellung, wenn die Tritte frei sind. — Auch diese Maschine stattet

man mit zwei nebeneinander liegenden Spindeln aus. — Nach einer anderen Anordnung befindet sich wohl eine Spindel unter dem Tische und die zweite, vertikal darüber, über dem Tische. Hierbei wird die obere Spindel mitunter

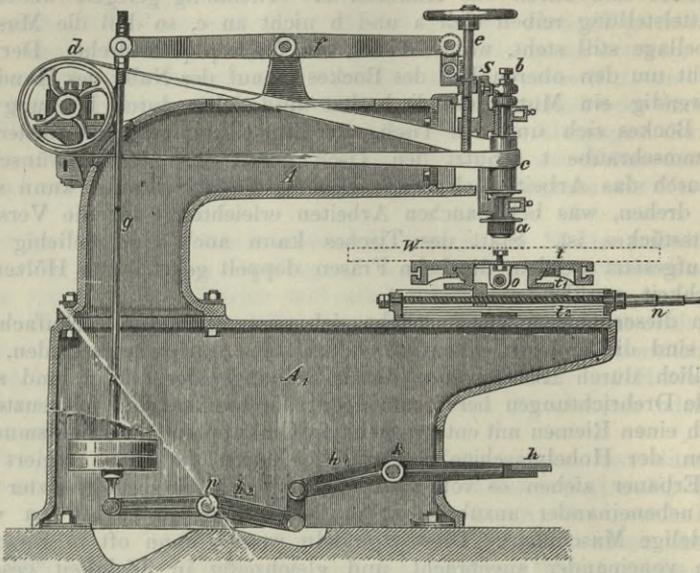


Fig. 355.

in einem beweglichen Supporte angebracht, der ihr eine Verschiebung in vertikalem und horizontalem Sinne oder im Kreise gestattet.

2. Holzhobelmaschinen<sup>1)</sup>. Im Gegensatz zu den S. 291 erwähnten Holzhobelmaschinen mit Hobeisen und Zugbewegung wirken die hier in Betracht kommenden Hobelmaschinen (Machine à raboter, Raboteuse, *Planing machine*) nach Art der Fräsmaschinen mit drehenden Werkzeugen und zwar entweder mit solchen, welche in Fig. 348 C und D oder mit solchen, welche in Fig. 348 F dargestellt sind. Da nun die ersteren während ihrer Tätigkeit eine Zylinderfläche beschreiben, die von der Arbeitsfläche tangiert wird, und die Späne in der Richtung des Faserlaufes wegnehmen, so haben die mit ihnen ausgestatteten Maschinen den Namen Lang- oder Tangentialhobelmaschinen (*Parallel-planing machine*) erhalten. Die zweite Gattung der Werkzeuge dahingegen bewegt sich in einer Ebene quer gegen die Fasern und begründet dadurch die Benennung Quer- und Parallelhobelmaschine (*Transverse planing machine*).

<sup>1)</sup> Richards, Wood-working machines S. 207. — Exner, Werkzeuge etc. — Hütte 1858, Taf. 35; 1859, Taf. 7; 1861, Taf. 1; 1868, Taf. 25; 1869, Taf. 1. — Wiebe, Skizzenbuch, Heft 11, Taf. 2, 3, 4 u. 5; Heft 17, Taf. 4; Heft 66, Taf. 1; Heft 68, Taf. 3; Heft 82, Taf. 1, 2, 3 u. 4; Heft 83, Taf. 1 u. 2. — Armengaud, Publ. ind. Bd. 10, Taf. 7; Bd. 11, Taf. 27, Bd. 12, Taf. 14; Bd. 14, Taf. 24; Bd. 15, Taf. 29; Bd. 20, Taf. 31; Bd. 21, Taf. 11; Bd. 22, S. 193. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1862, S. 443; 1897, S. 19; 1898, S. 249; 1901, 814; 1903, S. 747. — Prakt. Masch.-Konstr. 1870, S. 49; 1871, S. 281; 1873, S. 88; 1878, S. 458; 1880, S. 94; 1882, S. 114, 125, 183; 1883, S. 147, 362; 1885, S. 274; 1895, S. 52. — Dinglers Journ. 163, 338; 173, 345; 174, 329; 212, 23; 230, 220, 389; 232, 309; 235, 105; 248, 54; 250, 387; 259, 12; 277, 199; 286, 219; 290, 34; 297, 121. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 189, 220; 1898, S. 19, 55, 277; 1901, S. 102, 495, 511; 1903, S. 40, 52; 1904, S. 91.

Langhobelmaschine. Der Werkzeugträger (Porte lame, *Cutting-cylinder*) ist ein Prisma, oder ein Zylinder mit zwei oder drei angehobelten geraden Flächen (Walze, Walzenhobelmaschine), auf dessen Seiten die Messer gehörig eingestellt und befestigt werden können (Fig. 348 C, D, E). Die Messer müssen je nach der Breite des Arbeitsstückes verschiedene, oft bedeutende Länge haben. In letzterem Fall ist ihre Anfertigung jedoch schwierig, weshalb sich dann die durch Fig. 348 E, S. 329, erläuterte Methode, mehrere kurze Messer nebeneinander zu reihen, sehr empfiehlt. — Um den Vorteil des schrägen Angriffes zu erhalten, wird das Messer auch wohl spiralförmig um einen Zylinder gelegt. Der häufigeren Benutzung dieser vorzüglichsten Anordnung steht übrigens die Schwierigkeit der Anfertigung und Instandhaltung der schraubenförmig gewundenen Klingen entgegen.

Zum Betriebe sitzt die Walze auf einer Welle *op* (Fig. 348 C) festgekeilt, welche mittelst Riemenscheibe *q*, die ebenfalls auf dem einen Ende dieser Welle sitzt, in Umdrehung versetzt wird. Der Holzvorschub wird bei den eigentlichen Hobelmaschinen stets selbsttätig bewirkt und zwar wie bei den Sägen entweder und gewöhnlich durch Walzen, welche das Arbeitsstück zwischen sich fassen; oder, namentlich wenn das Arbeitsstück schwer ist, also beim Abhobeln von Balken etc. durch einen Schlitten mit Zahnstange, eine Leitspindel oder durch Ketten ohne Ende. — Zum Erzielen genauer Arbeit ist der Schlittenvorschub allen anderen Einrichtungen vorzuziehen.

Die einfachste Ausführung einer Langhobelmaschine gestattet die sog. Abrichtmaschine (Fig. 356), welche dazu bestimmt ist kleinere Holzstücke zu bearbeiten, die auch gewöhnlich mit der Hand geführt werden. Sie besteht

aus dem in der Mitte unter dem Tisch *T* liegenden Messerprisma *a* mit zwei bis vier Messern, das unmittelbar durch eine Riemenscheibe *r* angetrieben wird. Der Tisch *LR* besteht aus zwei getrennten Hälften, die jede für sich vermittelst Handräder *HH* derart durch Verschiebung an den schiefen Flächen *f* eingestellt werden können,

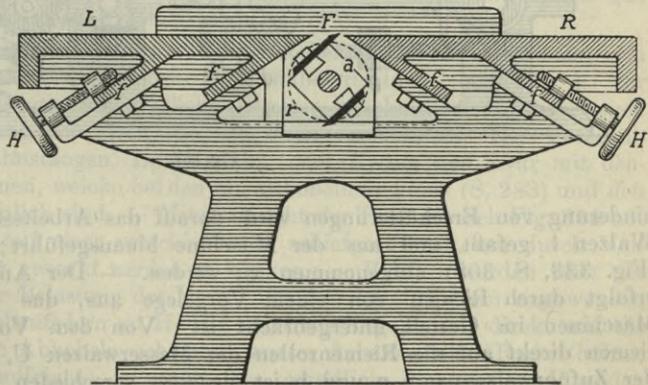


Fig. 356.

daß der linke Teil *L* mit der Tangentenebene des Messerkreises in gleicher Höhe liegt und somit zugleich eine sichere Führung für das Arbeitsstück abgibt, während der rechte Teil *R* um die Spandicke gesenkt werden muß. Der verstellbare Anschlag *F* gestattet eine Seitenführung.

Die größeren Hobelmaschinen erhalten in der Regel Einrichtungen, welche das gleichzeitige Behobeln aller vier, aber auch je nach Bedürfnis nur einer, zwei oder drei Längsseiten ermöglichen und zwar durch Anbringung zweier horizontaler und zweier vertikaler Messerwalzen. Außerdem besitzen sie häufig noch feststehende Hobeisen (S. 291) um die zurückgebliebenen kleinen Unebenheiten vollständig zu beseitigen. Damit auf dieser Hobelmaschine die Arbeitsstücke bestimmt abgemessene Dicken (Dickenhobeln) erhalten können, ist stets die obere horizontale und eine seitliche Messerwalze genau einstellbar. Hieraus

ergibt sich zugleich die Zweckmäßigkeit, daß die Arbeit mit der unteren Fläche beginnt, damit die dadurch gebildete ebene Fläche wie bei der Abrichtmaschine auf der ebenen Tischfläche eine sicher führende Bahn bildet.

Eine nach diesen Grundsätzen angeordnete Planhobelmaschine ist in Fig. 357 vor Augen geführt. Das Arbeitsstück A wird von den geriffelten zwei Walzenpaaren a und b gefaßt und zunächst der unteren fest gelagerten Messerwalze U zugeschoben, über der eine glatte Dreieckswalze c mit Federndruck das Ausweichen des Arbeitsstückes nach oben verhindert. Zum Schlichten der unteren Seite dient das feststehende Doppelhobeisen h. Darauf folgt ein Paar vertikale Messerwalzen V, wovon wenigstens eine in einem besonderen Bügel d gelagert ist, der vermittelt einer Stellschraube i längs einer Prismenführung sich horizontal verstellen läßt. Zuletzt erfolgt das Hobeln der oberen Fläche unter der oberen Messerwalze o, die in einem Schlitten e gelagert, der an Führungen f des schrägen Walzenträgers T mit Hilfe von Schrauben g und Handräderwerk auf die Dicke einzustellen ist. Zur Ver-

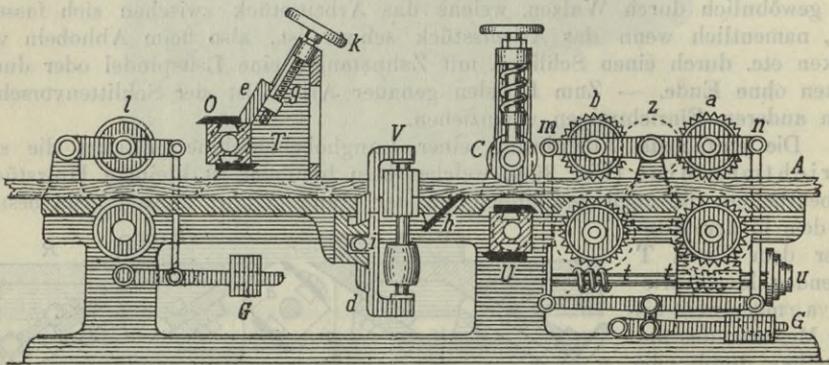


Fig. 357.

hinderung von Erschütterungen wird darauf das Arbeitsstück von einem paar Walzen l gefaßt und aus der Maschine hinausgeführt, um von Rollböcken (Fig. 333, S. 308) aufgenommen zu werden. — Der Antrieb sämtlicher Teile erfolgt durch Riemen von einem Vorgelege aus, das nur bei sehr langen Maschinen im Gestell untergebracht ist. Von dem Vorgelege laufen Treibriemen direkt auf die Riemenrollen der Messerwalzen U, V, O. Die Wirkung der Zuführwalzenpaare a und b ist insofern verschieden verteilt, als entweder nur die oberen Walzen geriffelt sind und mittelst Zahnradvorgelege z Drehung erhalten, während die unteren glatt bleiben aber mit gleicher Geschwindigkeit gedreht werden, oder die sämtlichen Walzen sind geriffelt. Zur Umdrehung dienen vielfach Schneckengetriebe t, welche die unteren Walzen drehen und auf einer Welle sitzen, die von einer Nebenwelle mittelst Stufenscheiben u ihre Bewegung erhält. Der Andruck der oberen Schub- und Druckwalzen wird von Gewichten G, G mit Hebelübersetzung hervorgebracht, die in der Weise angeordnet ist, daß die Druckwalzen auf- und abspringen können, um sich den verschiedenen Dicken und Unregelmäßigkeiten, des Arbeitsstückes anzupassen. Damit das Rädergetriebe zwischen a und b nicht außer Eingriff kommt, fällt die Achse des Rades z mit dem Drehpunkt der beiden Hebel m und n zusammen, so daß sich a und b auf z wälzen. — Die schräge Lage der Führungen für den Schlitten e an dem Walzenträger T bezweckt die Verhinderung

großer Riemenspannungsunterschiede bei den verschiedenen Höhenlagen der Walze O.

Man nennt Hobelmaschinen mit zwei parallel übereinander liegenden Messerwalzen zweiseitig (*Raboteuse à double outil*, *Two cutter planing-machine*) mit drei Arbeitsstellen dreiseitig, mit vier Arbeitsstellen vierseitig.

Die Bedeutung, welche diese Art Hobelmaschine für die Holzbearbeitung gewonnen hat, liegt besonders in dem Umstande, daß sie sich, infolge der Richtung, in welcher die Messer angreifen, vorzüglich zum Ebenen (Schlichten) von Brettern eignet, weshalb sie auch den Namen *Planhobelmaschine* und in bestimmtem Fall *Bretterhobelmaschine* erhalten hat; ferner in den zahlreichen Anordnungen, welche an derselben für bestimmte Zwecke und in bezug auf ihre Konstruktion getroffen sind. Die wichtigsten derselben mögen hier angeführt werden.

Sitzen auf der Walze zwei oder mehrere gerade Messer in gewissem Abstände voneinander, so wird die Hobelmaschine zum Zapfenschneiden (*Zapfenschneidmaschine*, *Machine à tenons*, *Tenoning machine*), sowie zum Federn, und mit einem schmalen Messer zum Nuten geeignet [*Nutmachine*, *Spundmaschine*, *Machine à bouvetter*, *M. à rainer*, *Grooving machine*]<sup>1)</sup>. — Oft sind diese Nut- und Federmaschinen mit der Planhobelmaschine so vereinigt, daß die Bretter auf der breiten Fläche gehobelt und den schmalen Flächen gespundet werden. — Die mit Profilleisen versehenen Hobelmaschinen heißen *Kehlmaschinen*<sup>2)</sup> (*Machine à moulures*, *Moulding-machine*). Sie haben hauptsächlich die Bestimmung, profilierte Leisten zu erzeugen, demnach gewöhnlich statt einer langen Walze einen vorstehenden kurzen Kopf und bilden den Übergang zu den eigentlichen Fräsmaschinen.

Während beim Behobeln unregelmäßiger Arbeitsstücke (Baumstämme) sich besonders die in Fig. 356 beschriebene Vorschubeinrichtung empfiehlt, ist zur Bearbeitung regelmäßig gestalteter Stücke (Bretter, geschnittene Hölzer) wegen seiner sicheren Bewegung der Tisch oder Schlitten vorzuziehen. Der Vorschub erfolgt dann durch Zahnstangen, Leitspindeln, oder Ketten und zwar mit denselben Vorschubmaschinen, welche bei den Metallhobelmaschinen (S. 283) und den Sägen (S. 308) gebräuchlich sind. — Mitunter ruht der Tisch ähnlich Fig. 356 mit einer schrägen Fläche auf einer verschiebbaren schiefen Ebene, um durch Verschiebung gehoben oder gesenkt werden zu können. — Vielfach werden statt der hüpfenden Gewichte zur Belastung der Vorschubwalzen auch Federn angewendet, die entweder als Schraubenfedern an Hebeln oder als Kegelfedern direkt auf die Zapfen wirken. — Zum Abhobeln schmaler, kurzer Arbeitsstücke (Parkethölzer, Wagenbestandteile, Radfelgen) ist statt des geradlinig hin- und hergehenden Tisches eine Kette ohne Ende oder eine große Drehscheibe in Anwendung gekommen, welche die Arbeitsstücke an der Hobelwalze entlang führt. — Endlich ist noch der empfehlenswerten Einrichtung zu gedenken, welche die Beseitigung der Späne bezweckt, und in einem Ventilator besteht, der einen ununterbrochenen Windstrom auf die Arbeitsfläche bläst oder die Späne wegsaugt und nach einem besonderen Raum schafft.

*Querhobelmaschine.* Diese Maschine, welche auch wegen der gewöhnlich vorhandenen Scheibe zur Aufnahme der Messer *Scheibenhobel-*

<sup>1)</sup> Richards, *Wood-working machines* S. 239. — Hesse, *Werkzeugmasch. d. Wiener Ausst.* S. 280. — Arbey, *Scieries et machines-outils*, Taf. 19. — *Dinglers Journ.* 232, 309; 248, 54; 235, 105; 246, 126. — <sup>2)</sup> Richards, *Wood-working machines*, S. 195. — Armengaud, *Publ. ind.*, Taf. 14, S. 38. — Arbey, *Scieries et machines-outils*, Taf. 9. — *Prakt. Masch.-Konstr.* 1878, S. 458. — Exner, *Werkzeuge etc.*

maschine genannt wird, ist nicht wohl zur Hervorbringung glatter Flächen, sondern vielmehr zum Schruppen, also zum Vorarbeiten für die Langhobelmaschine geeignet und daher auch seltener im Gebrauche. In der Regel dreht sich die Scheibe in einer Horizontalebene mit einer vertikalen Spindel oberhalb des Arbeitstisches (Fig. 348 F) um die Arbeitsfläche stets unter Augen zu haben (selten unterhalb desselben) mitunter aber in einer Vertikalebene auf horizontaler Spindel, um das Holz seitwärts zu bearbeiten. Zweckmäßig erscheint immer eine kleine Neigung der Spindel gegen die Arbeitsfläche, damit die Messer bei ihrer Rückwärtsbewegung etwas über der Fläche herstreifen und nicht zum zweiten Male angreifen. Der Antrieb erfolgt durch Riemenscheiben, welche auf der Messerwelle sitzen. — Als arbeitende Werkzeuge empfehlen sich hier insbesondere zylindrische Röhren aus Stahl, von außen so angeschliffen, daß die Schneide einen Ring bildet. Indem man dieselben schräg in die Scheibe setzt, braucht man sie nur um die Achse zu drehen, um das stumpf

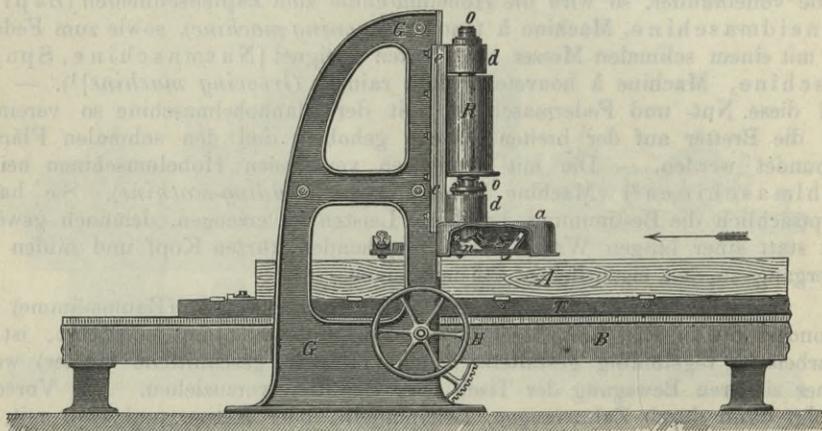


Fig. 358.

gewordene Schneidestück durch ein scharfes zu ersetzen, bis der ganze Ring abgestumpft ist und auf der Drehbank neu angeschliffen wird. — Der Vorschub des Arbeitsstückes ist ebenfalls selbsttätig und wird wie bei den Langhobelmaschinen bewirkt.

Die gewöhnliche Konstruktion der Querhobelmaschine geht aus Fig. 358 hervor. Die mit einer Schutzkapsel *a* bedeckte Scheibe *S* trägt 6 Messer, hängt an der vertikalen Spindel *oo* und erhält ihre Umdrehung durch Riemen mittelst der Riemenrolle *R*. Das Arbeitsstück *A* ist in passender Weise auf dem Tische *T* befestigt, dessen Vorschub durch einen besonderen Riemenantrieb, Zahnradvorgelege und Zahnstange in der Richtung des Pfeiles auf dem Bette *B* bewirkt wird. Zur Einstellung des Hobelapparates zu der Holzfläche sind die Spindellager *d, d* an einem Schlitten *e* angebracht, der längs Führungsprismen an den Hohlgußständern *G* verschiebbar ist und zwar vermittelt zwei im Inneren angebrachter Schraubenspindeln, welche, nach der in Fig. 313, S. 285 erklärten Art, von einer horizontalen Welle mit Handrad *H* und Kegelrädern gedreht werden. — Unter den abweichenden Ausführungen sind bemerkenswert Querhobelmaschinen mit seitwärts neben dem Bette stehenden Spindelständer. — Mitunter erfolgt der Antrieb wie bei der Fräsmaschine (Fig. 354) unter dem Tische; dann muß die Messerscheibe der Achse wegen mindestens doppelt so groß sein,

gestattet aber die gleichzeitige Bearbeitung zweier Arbeitsstücke. — Weil in den meisten Fällen auf das Abrichten in der Querhobelmaschine ein Schlichten erforderlich ist, so hat man oft diese Maschine entweder mit einer Langhobelmaschine vereinigt oder auch ihre Messerscheibe mit Schrob- und Schlichteisen ausgestattet. Letztere Anordnung zeigt vorbeschriebene Maschine, indem sie 4 Schrob- und 2 Schlichteisen besitzt. — Um mit der Querhobelmaschine an einem Arbeitsstücke zwei parallele Flächen zu bearbeiten, bringt man zwei Messerscheiben an, zwischen denen das Arbeitsstück sich fortschiebt; die Spindeln sind dann gewöhnlich horizontal in zwei besonderen Docken gelagert, welche sich auf dem Bette verschieben lassen, um der Breite des Arbeitsstückes entsprechend gegeneinander verstellt werden zu können.

Die Geschwindigkeit der Holzfräs- und Hobelmaschinen ist verhältnismäßig sehr groß.

Die Fräse bis etwa 100 mm Durchmesser macht 3000 bis 4000 Umdrehungen in der Minute, was einer Peripheriegeschwindigkeit von 15 bis 20 m in der Sekunde entspricht. Die Zuschiebung des Holzes erfolgt hierbei je nach der Härte des Holzes und der Größe der Arbeitsfläche mit 4 bis 35 mm in der Sekunde.

Bei der Langhobelmaschine liegt der Durchmesser des von den Schneiden beschriebenen Kreises zwischen 150 bis 350 mm, und die Zahl der Umdrehungen zwischen 1200 bis 2000, also die Geschwindigkeit ebenfalls zwischen 15 bis 20 m in der Sekunde. Der Holzvorschub findet dabei mit einer Geschwindigkeit von 1,65 bis 8,25 mm in der Sekunde statt, so daß 800 bis 2700 Schnitte auf 1 Meter fallen, wenn zwei Messer an der Walze sitzen.

Die Messerscheiben der Querhobelmaschinen drehen sich mit 450 bis 2500 Touren in der Minute je nach dem Scheibendurchmesser, der bei kleinen Maschinen 150 bis 300 mm, bei größeren Maschinen zwischen 1,0 bis 3,5 m beträgt. Zwischen Umdrehzahl und Scheibendurchmesser wird dann gewöhnlich ein solches Verhältnis getroffen, daß je nach der Holzart und der Breite der Arbeitsfläche eine Geschwindigkeit von 17 bis 30 m auf die Sekunde kommt. Hiernach richtet sich auch die Geschwindigkeit der Zuschiebung, welche durchschnittlich so abgemessen wird, daß auf 2 m Umfangsbewegung 3 mm Vorschub erfolgt.

Der Arbeitsbedarf  $N$  der Fräs- und Hobelmaschinen setzt sich auch aus  $N_1$  = Leergangsarbeit und  $N_2$  = Arbeitsgangsarbeit nach der Formel

$$N = N_1 + N_2$$

zusammen. In dieser Formel bestimmt man nach Hartigs Vorgang  $N_2$  aus der Arbeit  $a$ , welche zur Erzeugung von 1 Kubikmeter Späne in der Stunde aufgewendet werden muß, so daß für ein Spanvolumen  $V$  stattfindet

$$N_2 = a V.$$

Der spezifische Arbeitswert  $a$  wurde von Hartig an einzelnen Maschinen wie folgt gefunden:

An einer Holzfräsmaschine kleiner Gattung mit Fräskopf von 94 mm Durchmesser und mit 2061 Touren in der Minute, dessen Schneiden einen Schneidwinkel von  $90^\circ$  und keinen Anstellungswinkel hatten, war für Erlenholz.

$$a = 66,7 \text{ Pferdestärken}$$

mit der höchsten Leistung von  $V = 0,014$  Kubikmeter, und mit einer Leergangsarbeit von  $N_1 = 1,32$  Pferdestärken war die Gesamtarbeit zu bestimmen

$$N_1 = 1,32 + 97,7 \text{ V Pferdestärken.}$$

Für Walzenhobelmaschinen gilt ebenfalls die Formel

$$N = N_1 + a V.$$

Bei einem Durchmesser des Schneidkreises von 184 mm mit 22,5 m Schnittgeschwindigkeit in der Sekunde, weil die Messerwelle 2340 Touren in der Minute machte, betrug  $N_1 = 1,27$  Pferdestärken, und wenn Fichtenholz gehobelt wurde, bei 273 mm Arbeitsbreite und 10,5 mm Höhe  $b$ , mit 70 mm Zuschiebung in der Sekunde, stellte sich

$$a = 2,5 + \frac{28}{h} \text{ in Pferdestärken,}$$

demnach als Gesamtarbeit

$$N = 1,27 + \left(2,5 + \frac{28}{h}\right) V$$

für das in der Stunde abgenommene Volumen  $V$  in Kubikmeter.

In einem anderen Fall fand derselbe Beobachter an einer Walzenhobelmaschine mit 114 mm Schnittkreisdurchmesser und 1875 Umdrehungen:  $N_1 = 1,44$  und annähernd  $a = 18,7$  sowohl für harte als weiche Hölzer, und somit

$$N = 1,44 + 18,7 V.$$

Für eine Scheiben- oder Querhobelmaschine fand er an einer Maschine mit 740 mm Schneidkreisdurchmesser, 702 Umdrehungen, Zuschiebung von 3,1 mm pro Umdrehung, 4 Schneidstählen, an Rotbuchenholz bei 375 mm Schnittbreite und 5 mm Schnitthöhe folgende Arbeitsgrößen:

$$N_1 = 1,47$$

$$N_2 = 3,25$$

und allgemein

$$N = N_1 + a V$$

und

$$a = 3,16 + 0,5 f \text{ beim Schruppen,}$$

$$a = 25 \text{ beim Schlichten,}$$

wenn  $f$  den Spanquerschnitt in Quadratmillimetern angibt.

3. Langlochmaschine, Nutmaschine<sup>1)</sup>. Lange Löcher nennt man die oft herzustellenden, schlitzartigen Vertiefungen oder durchgehenden Öffnungen, wie sie z. B. als Keilnuten auf Achsen und Wellen zur Aufnahme der Verbindungskeile, als Führungsnuten auf langen Wellen, als Schmiernuten, als Öffnungen in den hölzernen Radnaben zur Aufnahme der Speichen, als Zapfenlöcher usw. vorkommen. Entweder werden sie gehobelt oder gestoßen, eventuell gestemmt oder mit Kreissägen von entsprechender Zahnbreite, oder Fräsen ausgeschnitten. Die Betrachtung der Vertikalfräsmaschine (S. 334) ergibt ohne weiteres, daß diese Maschine die vollkommenste Nutmaschine ist, dennoch baut man besondere Langlochmaschinen (Nutmaschinen), die gewöhnlich Langlochbohrmaschinen und deren Werkzeuge Bohrer genannt werden, obwohl das arbeitende Werkzeug eine Fräse und kein Bohrer im gebräuchlichen Sinne ist. — Da diese Maschinen in der Weise arbeiten, daß das Material schichtenweise aus dem Arbeitsstücke ausgehoben wird, so sind demnach drei Bewegungen

1) Hart, Werkzeugmasch., S. 195 etc. — Hartig, Leistung und Arbeitsverbrauch d. Werkzeugmasch., S. 135. — Hütte, 1857, Taf. 3; 1868, Taf. 2. — Wiebe, Skizzenbuch, Heft 82, Taf. 6. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1857, S. 301; 1881, S. 55; 1904, S. 457. — Civil.-Ing., Bd. 9, Taf. 19. — Armengaud, Publ. ind. 1866, S. 451; 1870, S. 483; 1872, S. 341. — Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 38; 1870, S. 307. — Polyt. Zentr. 1858, S. 997. — Dinglers Journ. 154, 5. — Ztschr. f. Werkz. 1898, S. 176, 203, 235; 1904, S. 232.

erforderlich: die Drehbewegung der Fräse, eine Schaltbewegung in der Längsrichtung des Langloches und dessen Länge gleich (Querverstellung), und drittens eine Schaltbewegung nach jedem Schnitte in der Tiefe des Loches. Die Fräse muß so eingerichtet sein, daß sie bei Beginn eines Schnittes um eine Schichtdicke in das Material eindringen und sodann seitwärts weiter schneiden kann. Sie sollte daher sowohl an der Stirnfläche als auf der Umfläche Schneiden haben, wenn man nicht vorzieht, an beiden Enden des Langloches vorzubohren, wo dann die Schneiden an der Stirnfläche wegfallen. — Die Fig. 359 A bis G zeigen gewöhnliche Langlochfräsen für Metall und Holz und zwar A, B, C, G für Metall, D, E, F für Holz. Man sieht hieraus, daß diese Werkzeuge für Holz gewöhnlich eine S-Form, und für Metall die Form eines verschobenen Rechteckes, also zwei mit der Achse parallel laufende Schneiden mit dem entsprechenden Schneid- und Anstellungswinkel haben. Mitunter kommen auch drei Schneiden an dieser Fräse vor. Eine ökonomische Herstellung dieser Fräsen ist die aus Stahlblech, das, wie Fig. F zeigt, am Rande zugeschärft, gebogen und in die Spindel a eingesteckt wird. Die Größe der seitlichen Schneidwinkel beträgt bei Fräsen zum Nuten in Metall etwa 60 bis 80° mit einem Anstellungswinkel von 5 bis 6°; an Holzfräsen ist der Zuschärfungswinkel etwa 22° und der Anstellungswinkel 15°. — Die Endscheidwinkel der ersteren betragen 58°, der Anstellungswinkel 3° und die Endschneiden für Holzfräsen 58° und deren Anstellungswinkel etwa 10°.

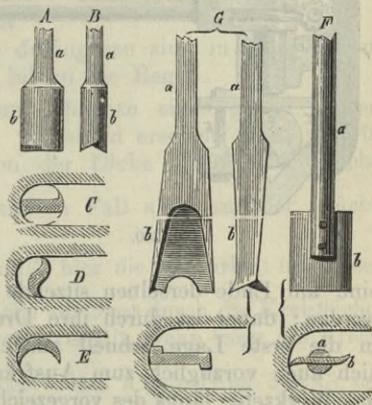


Fig. 359.

Die Langlochmaschinen werden gewöhnlich mit Elementarkraft betrieben und zwar in der Art, daß die oben genannten Bewegungen nur dem Werkzeuge mitgeteilt werden, und daß das Arbeitsstück festliegt.

Die Drehbewegung des Werkzeuges und die Schaltbewegung für den Vorschub wird wie bei den später zu erwähnenden Bohrmaschinen ausgeführt. Zum Zwecke der Querbewegung sitzt die Frässpindel an einem Supporte, der je nach der Anordnung, vor einem Längsträger, wie bei einer Hobelmaschine, oder auf einem Bette durch einen Kurbelmechanismus oder durch eine Leitschraube mit Umsteuerung hin- und herbewegt wird. Weil aber die Geschwindigkeit der Querbewegung eine gleichmäßige sein muß, so ist erforderlich, bei Anwendung der Kurbel mit Hilfe der bereits bei den Hobelmaschinen (S. 284) angegebenen Mechanismen (elliptische Räder) der Kurbelwelle eine entsprechend veränderliche Winkelgeschwindigkeit zu erteilen.

In vielen Fällen kann es übrigens auch erwünscht sein, Nuten mit einem transportablen Geräte und der Hand einzufräsen. Ein solcher Apparat zum Einfräsen von Nuten in Metall ist in umstehender Fig. 360<sup>1)</sup> im Durchschnitte gezeichnet. Die Fräse a sitzt in der Spindel b, welche in der Hülse c in der Längsrichtung verschiebbar ist und gleichzeitig drehbar an der Stellschraube d hängt. Auf der Spindel b befindet sich zur Drehung derselben in der Hülse ein Sperrad, in welches ein an dem Handhebel H sitzender Sperr-

1) Deutsch. Ber. d. Wien. Ausst., Sektion II a, S. 100.

kegel o eingreift, wodurch ruckweise eine Drehung hervorgebracht wird. Die Hülse hat an der Rückseite einen Schlitten l, der mittelst Schwabenschwanzes

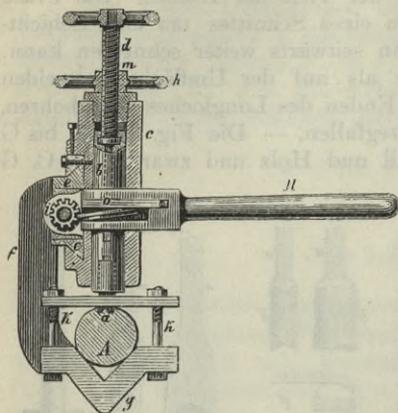


Fig. 360.

eine Prismenführung an dem Rahmen e besitzt, welcher durch den Bügel f mit dem Winkelstücke g verbunden ist, auf dem das Arbeitsstück A durch Schraubklemmen k k festgehalten wird. In dem Rahmen e liegt ferner eine Schraube i fest, auf welcher eine mit Schneckenrad versehene Mutter (welche durch ein paar Lappen an der Hülse gezwungen wird, mit der Hülse sich zu verschieben) sich befindet. In dieses Schneckenrad greift die mit dem Sperrade n ein Stück bildende Schnecke bei o ein, so daß mit der ruckweisen Bewegung der Fräse auch eine fortschreitende Bewegung des ganzen Arbeitsapparates längs des eingeklemmten Arbeitsstückes eintritt. Zur Wiederholung des Vorganges kann die Schraube i durch

eine am Ende derselben sitzende Flügelschraube gelöst, also drehbar gemacht werden; daher ist durch ihre Drehung mittelst einer Kurbel l der Schlitten l in die erste Lage schnell zurückzubringen. — Die Langlochmaschine eignet sich auch vorzüglich zum Ausfräsen größerer Stücke aus dickem Blech, indem das Werkzeug längs des vorgezeichneten Umrisses des auszuschneidenden Stückes eine Trennung hervorbringt, die sonst durch Bohren zahlreicher Löcher erzeugt wird.

## H. Bohrer und Bohrmaschinen.

**1. Bohrer.** — Die bisher zur Hervorbringung runder Löcher erwähnten Werkzeuge sind die Durchschläge, die Hohlmeißel, die Aushauer und die Fräsen. Dieselben entbehren aber sämtlich der Möglichkeit einer allgemeinen Verwendung zu genantem Zwecke, weil ihre Wirkungsweise oder ihre Konstruktion dieser Verwendung sehr bald Grenzen setzt. — Bei dem Durchschlage oder Lochstempel kann das Loch keinen Durchmesser haben, der kleiner als die Metalldicke ist; die Aushauer sind nur auf dünnen Platten, die Hohlmeißel nur bis zu einer gewissen Lochtiefe brauchbar; die Fräsen ließen sich wohl noch zur Erzeugung von Löchern verwenden, wenn ihre Konstruktion die Beseitigung der Späne besser ermöglichte. — Es sind daher zur Erzeugung runder Löcher besondere Werkzeuge vorhanden, die den Namen Bohrer (Foret, *Drill*, *Borer*) und deren Arbeit Bohren (Forer, *Percer*, *Drill*, *Bore*) heißt.

Zur Ausarbeitung runder Vertiefungen oder durchgehender Öffnungen kann man folgende ausführbare Wege einschlagen:

1. Man arbeitet eine zylinderförmige Nut a a (Fig. 361 A) bis zur gewünschten Tiefe aus und entfernt den stehengebliebenen Kern b in einem Stücke<sup>1)</sup>;
2. man nimmt in parallelen, rechtwinklig zur Lochachse liegenden Schichten Späne aus (Fig. 361 B) und
3. man entfernt die Späne in konischen Schichten, deren Spitzen in der Lochachse liegen (Fig. 361 C).

1) Polyt. Zentr. 1849, S. 1250; 1875, S. 945. — Dinglers Journ. 217, 454.

Die erste Methode scheint die richtigste zu sein, weil hier offenbar, namentlich bei größeren Löchern, am wenigsten Arbeit auf die Spanbildung zu verwenden ist. Sie findet bis jetzt aber nur in einzelnen Fällen, besonders zur Erzeugung größerer Löcher in dünneren Platten Verwendung, einmal wegen des schwierig herzustellenden und imstande zu erhaltenden Werkzeuges und dann wegen der Umständlichkeit, mit welcher die Entfernung des Kernes bewerkstelligt werden muß, wenn das Loch nicht durchgeht, weil derselbe dann am Lochgrunde abgeschnitten werden muß. Die zweite und dritte Methode dahingegen sind in allen Fällen leicht anzuwenden, daher die wichtigsten und bilden die Regel.

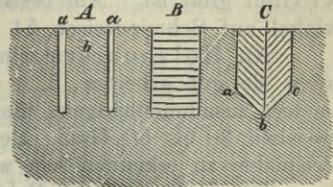


Fig. 361.

Nimmt man an, daß der Widerstand zum Abheben eines gleich dicken Spanes proportional ist der Trennungsfläche, so ist zu ersehen, daß, weil in einem Fall die Entfernung einer Schicht von der Dicke  $\delta$  auf einer Fläche  $\frac{d^2\pi}{4}$  (wenn  $d$  der Lochdurchmesser), in dem andern Fall aber auf der Fläche eines Kegels von der Basis  $\frac{d^2\pi}{4}$  stattfinden muß, hier die Bohrarbeit um dieses Flächenverhältnis, also um die Kegelmantelfläche dividiert durch die Kreisfläche, größer wird. Da man aber dieses Verhältnis auch erhält, wenn man die Kreisflächen durch  $\sin \frac{\varphi}{2}$  dividiert, wenn  $\varphi$  den Kegelwinkel  $a b c$  (Fig. 361 C) bedeutet, so ist leicht zu erkennen, daß die Bohrarbeit um so größer werden muß, je kleiner der Winkel  $\varphi$  ist.

Nun ist aber die Dicke  $\delta_1$  des kegelförmigen Spanes auch geringer als diejenige  $\delta$  des kreisförmigen Spanes, und zwar ist

$$\delta_1 = \delta \sin \frac{\varphi}{2}$$

somit auch der Widerstand gegen das Abheben geringer. Deshalb gibt es offenbar eine Kegelfläche, also einen Winkel  $\varphi$ , bei welchem die Bohrarbeit nicht größer ist, als wenn die Schichten rechtwinklig zur Achse wie bei B fortgenommen werden.

Das Bohren geschieht nun stets durch Drehung eines widerstandsfähigen Körpers, der mit Schneiden versehen ist (Bohrer), die entweder unter einem Winkel  $\varphi$  in der Drehachse zusammenfallen, oder in einer zur Achse rechtwinklig stehenden Ebene liegen. Da die Zahl der Schneiden gewöhnlich zwei nicht überschreitet, so bilden in erstem Fall beide Schneiden eine Spitze. Diese Bohrer heißen deshalb Spitzbohrer, während die anderen Zentrumböhrer (*Mèche à mouche*, *Center-bit*) genannt werden. Zwischen Spitzbohrer und Zentrumböhrer kann daher in gewöhnlichen Fällen aus oben entwickelten Gründen ein großer Unterschied im Arbeitsaufwande nicht bestehen. —

Außer der nötigen Festigkeit ist bei der Konstruktion der Bohrwerkzeuge wesentlich noch zu berücksichtigen: die Größe und Stellung der Schneiden, die gute Abführung der Späne aus dem Bohrloche und die sichere Führung des Werkzeuges in dem Loche. — Was zunächst die Größe und Stellung der Schneiden anbetrifft, so ist auch hier ein wesentlicher Unterschied zwischen Metall- und Holzbohrern zu machen, weil bei den ersteren der Zuspärfungswinkel verhältnismäßig groß und der Anstellungswinkel klein, bei den letzteren der erste klein und der zweite groß sein muß.

An Metallbohrern beträgt der Zuschärfungswinkel 50 bis 80 Grad und der Anstellungswinkel 4 bis 5 Grad, so daß der Schneidwinkel 55 bis 85 Grad groß ist. Am besten sollen die Bohrer arbeiten, wenn der Schneidwinkel auf Schmiedeeisen 54 und auf Gußeisen 55 Grad beträgt.

An Holzbohrern sind die Winkel beträchtlich kleiner zu machen, wenn sie gut arbeiten, d. h. Späne abnehmen sollen, die nicht pulverförmig, sondern zusammenhängend und glatt sind. Die Zuschärfungswinkel liegen daher zwischen 30 bis 50 Grad. Der Anstellungswinkel ist, wie das an mitzuteilenden Beispielen zu erkennen sein wird, oft gar nicht vorhanden und oft sehr groß.

Die Lage der zwei Bohrschneidkanten ist stets so zu wählen, daß die Schneiden gut zum Angriffe kommen. Bei homogenem Material, also Metall, ist es gleichgültig, in welcher Richtung die Schneide in das Material eindringt, während bei einem Material von der Beschaffenheit des Holzes die Schneiden so eintreten müssen, daß sie zwischen die Fasern gelangen und nicht quer dagegen, weil im ersteren Fall der Widerstand am geringsten ist.

Bei den Metallbohrern (Fig. 362) treten die Schneiden unter einem Winkel  $\varphi$  zusammen, der entweder kleiner oder gleich 180 Grad ist, je nach-

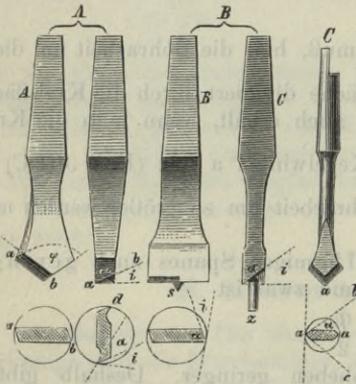


Fig. 362.

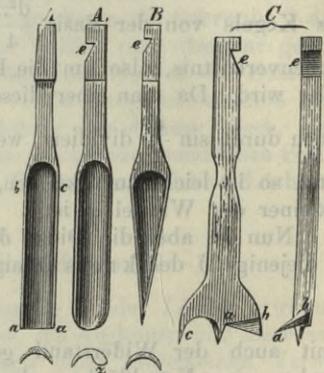


Fig. 363.

dem der Bohrer ein Spitzbohrer, A, C oder ein Zentrumbohrer B sein soll, und zwar derart, daß beide Schneiden gleich lang und so gestellt sind, daß sie bei der Drehung des Bohrers beide zum Angriffe gelangen. Der Neigungswinkel  $\varphi$  der Schneiden zueinander beim Spitzbohrer liegt zwischen 80 und 120 Grad, mitunter zwischen 150 bis 180 Grad, obwohl der Winkel von 110 Grad der günstigste sein soll<sup>1)</sup>. Zur Hervorbringung eines Anstellungswinkels  $i$  werden die Fazetten  $a b$  angeschliffen, und um einen Schneidwinkel  $\alpha$  zu erzeugen, der kleiner als  $90^\circ$  ist, die voranschreitende Fläche ausgehöhlt (Fig. 362 d). — Unter den Metallbohrern kommt jedoch noch eine Gattung Bohrer vor, bei welcher, wie Fig. 362 C zeigt, die Schneide a von zwei Fazetten  $a b$  und  $a c$  gebildet ist, die unter einem Winkel  $b a c$  von 45 bis 60 Grad zusammenstoßen. Diese Bohrer haben die Eigentümlichkeit, in beiden Drehrichtungen gleich zu arbeiten, weshalb sie zweischneidige Bohrer (*Double-cutting drill*, *Double chamfered drill*) genannt werden können, gegenüber den einschneidigen Bohrern (*Single cutting drill*, *Single chamfered drill*), welche nur in einer Richtung angreifen. Die höchst ungünstige

1) Ztschr. d. V. d. Ing. 1865, S. 622; 1866, S. 206. — Polyt. Zentr. 1865, S. 353.

Schneidlage der zweischneidigen Bohrer, wodurch nur ein Abschaben kleiner Spänchen bewirkt werden kann, lassen diese Bohrer nur zum Bohren sehr kleiner Löcher, wie sie z. B. bei den Uhrmachern oft vorkommen, geeignet erscheinen.

Bei den Holzbohrern ist die Lage der Schneiden mit seltenen Ausnahmen so gewählt, daß bei der Drehung des Bohrers nur eine Schneide zum Angriffe gelangt, weshalb sie in der Regel überhaupt nur eine Schneide besitzen. Damit diese Schneiden stets zwischen die Fasern greifen, laufen sie beim Bohren in der Längenrichtung der Fasern fast oder ganz parallel der Bohrachse, während sie beim Bohren auf Querholz rechtwinklig zur Bohrachse stehen müssen. Oft laufen bei der ersten Gattung von Holzbohrern übrigens die Schneiden so, daß ihr Anfang in der Achse liegt, weshalb man also unterscheiden kann: Parallelbohrer, Spitzbohrer und Zentrumbohrer.

Die Grundformen dieser Bohrer sind in Fig 363 A, B, C dargestellt, wo A als Parallelbohrer, B als Spitzbohrer und C als Zentrumbohrer mit den Schneidkanten a b und a c zu erkennen sind. Bei näherer Betrachtung dieser Bohrer ergibt sich übrigens leicht, daß der Bohrer A mit der bogenförmigen Schneide a a wie ein Hohlisen S. 268 in das Holz eindringt. Deshalb wird er sich bald festklemmen, wenn nicht für eine weitere Zerteilung des Holzzylinders zwischen den Kanten a b und a c Sorge getragen würde. Aus diesem Grunde ist die Endkante a a dieses Bohrers zu einer Schneide auszubilden, die in der Art des Zentrumbohrers zur Wirkung gelangt und die Fasern quer durchschneidet. Diese Schneide ist entweder als ein scharf schneidender Zahn z, (Fig. 363 A<sub>1</sub>) oder so ausgebildet, daß das Bohrende löffelartig abgeschlossen ist, wodurch die Schneide einen elliptischen Verlauf nimmt (Fig. A<sub>1</sub>) (Hohlbohrer mit Zahn, Löffelbohrer, Mèche-cuiller, *Nose bit*, *Auger bit*). — Bei den Spitzbohrern ist ein solches Querschneiden durch eine besondere Vorrichtung nicht erforderlich, weil die Schneiden wegen ihrer schrägen Stellung schon ein gehöriges Zerteilen bewirken. — Wie schon S. 277 bei dem Falzhobel auf Querholz erwähnt wurde, muß, um die stehenbleibende Kantenfläche gehörig glatt herzustellen d. h. um das Ausreißen von Fasern zu vermeiden, ein Schneidzahn vorangehen, der die Fasern längs des Hobellaufes abschneidet. Derselbe Fall liegt beim Zentrumbohrer vor, weshalb denn nebst der eigentlichen Bohrschneide (Schaufel, Cuiller, *Cutter*) a b (Fig. 363 C) ein Vorschneidzahn c anzubringen ist, der den Zusammenhang der Späne mit der Lochwand vor dem Abheben derselben auf dem Grunde des Bohrloches aufhebt.

Da die Arbeit des Parallelbohrers vollständig und die des Spitzbohrers annähernd mit dem Hobeln auf Querholz zu vergleichen ist, so wird auch bei diesen Bohrern der Nutzen klar, der in jener Stellung der Schneide zu den Fasern liegt, bei welcher ein allmähliches Eindringen, wie bei den schrägen Hobeisen S. 276 stattfindet. Indem nun diese schräge Lage der Schneide dadurch erzeugt werden kann, daß man Parallelbohrer und Spitzbohrer in glühendem Zustande um ihre Achse windet, während das eine Ende derselben festgehalten wird, weil sich dabei die Schneiden in Schraubenlinien legen, so stellt man auf solche Weise namentlich gewundene Spitzbohrer her, die vorzüglich arbeiten und in das Holz eintreten, ohne einen solchen radialen Druck auszuüben, daß ein Spalten des Holzes zu befürchten wäre. Die durch das Winden konischer Bohrer entstehende schneckenhausähnliche Gestalt hat diesen Bohrern den Namen Schneckenbohrer (*Tarière en hélice*, *Screw auger*) gegeben. Unter ihnen sind die steirischen Schneckenbohrer die vollkommensten, weil ihre Schneiden sehr scharf und, wie Fig. 364 A zeigt, vor-

züglich auf den Schnitt gestellt sind, indem die Schraubenlinie, in der die Schneiden liegen, nach der Spitze zu so verläuft, daß der Neigungswinkel gegen die Achse des Werkzeuges immer größer wird. Es werden diese Bohrer dadurch hergestellt, daß man die ursprünglich runde Stange platt ausschmiedet, dann rinnenförmig aufrollt und endlich windet. — Eine andere (im Bergischen) übliche Herstellungsmethode dieser Bohrer besteht darin, daß man um eine runde Stange eine schraubenförmig verlaufende Hohlkehle ausarbeitet, die etwa bis auf die Achse eindringt. Die hierdurch gebildeten Schneiden werden viel weniger scharf, greifen schlecht an und spalten das Holz leicht auf, weshalb die bergischen Schneckenbohrer den steirischen nachstehen.

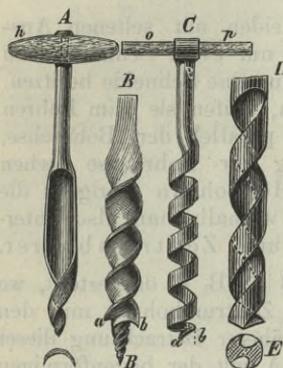


Fig. 364.

Damit die beim Bohren entstehenden Bohrspäne sich nicht in dem Bohrloche einklemmen und dadurch unnütze Reibungswiderstände erzeugen, oder zwischen die Schneiden geraten, muß vor allem zwischen dem Bohrkörper und der Lochwand möglichst viel Spielraum sein. Um denselben zu gewinnen, macht man

daher den Bohrer und die Verlängerung des eigentlichen Bohrers so dünn, als die Festigkeitsverhältnisse nur irgend erlauben. Das platt geschmiedete Stück eines Metallbohrers, das zur Bohrspitze oder zum Zentrumbohrer ausgebildet ist (Fig. 362) bekommt daher eine Dicke, welche kaum  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{4}$  des Lochdurchmessers beträgt. — Bei dem Zentrumbohrer für Holz werden diese Teile noch schwächer; nur bei den Parallelbohrern und Spitzbohrern auf Holz wird durch die Rinnenform ein Hohlkörper (Hohlbohrer, *Shell bit*<sup>1)</sup>, konischer Hohlbohrer, *Taper bit*) gebildet, der zur Aufnahme vieler Späne wegen der halbrunden Querschnittsgestalt sehr dünnwandig sein kann, ohne die erforderliche Steifheit zu verlieren. — Auch aus diesem Grunde sind die steirischen Schneckenbohrer den bergischen vorzuziehen.

Das Volumen der Bohrspäne ist offenbar stets größer als das des Bohrloches, aus dem sie entstanden sind. Deshalb und weil auch der Bohrer im Loche sich befindet, haben die Späne zwar schon ein Bestreben, sich aus dem Loche herauszudrängen, das in vielen Fällen, z. B. bei den gewöhnlichen Spitz- und Zentrumbohrern, für ausreichend betrachtet wird, das aber doch zweckmäßig durch eine besondere Bohrerkonstruktion noch eine Erhöhung findet. Der solchen Konstruktionen zugrunde liegende Gedanke ist die Bildung einer schief aufsteigenden Fläche, gewöhnlich einer Schraubenfläche, an welcher die Späne sich in die Höhe schieben. Die mit solchen Flächen ausgestatteten Bohrer bilden die Gattung der Schraubenbohrer oder gewundenen Bohrer [*Tarière torse*, *T. à filet*, *Twisted auger*, *Screw bit*, *Screw auger*]<sup>2)</sup>, so genannt, weil sie der größten Zahl nach durch Winden des Bohrschaftes in glühendem Zustande um die Achse oder um einen die Achse bildenden runden Stab hergestellt werden. Bei einigen derselben wird (S. 333) die auf der Oberfläche des runden Bohrschaftes schraubenförmig herlaufende Nut ausgefräst [*Spiralbohrer*, *Foret à spirale*, *American twisted drill*]<sup>3)</sup>. — Nimmt man eine glatte, überall gleich breite Schiene als Bohrschaft zur Grundlage eines

1) *Polyt. Zentr.* 1869, S. 1005. — 2) *Dinglers Journ.* 24, 358; 193, 406. — *Polyt. Zentr.* 1838, S. 102; 1839, S. 193; 1851, S. 60. — 3) *Prakt. Masch.-Konstr.* 1869, S. 141; 1871, S. 130. — *Dinglers Journ.* 187, 287; 243, 293; 253, 190; 306, 29.

Schraubenbohrers, so entsteht der Bohrer Fig. 364 B, der gewissermaßen mit einer zweigängigen steilen Schraube zu vergleichen ist und vier Kanten erhält wovon stets je zwei vorausgehen und das Loch, soweit es die ungünstigen Schneidwinkel gestatten, glatt ausschneiden. Nimmt man dahingegen einen prismatischen Stab und wickelt denselben schraubenförmig um einen Dorn, so entsteht der Bohrer Fig. 364 C, der als eine einfache Schraube mit starkem Gewinde ohne Kern zu betrachten ist. Je nach dem Querschnitte des gewundenen Prismas kann man in diesem Falle die Kante mehr oder weniger zum Schneiden ausbilden. —

Auch die eben genannten Spiralbohrer (Fig. 364 D) können dadurch erzeugt werden, daß man eine runde Stange, an deren Oberfläche eine Nut von der Form Fig. 364 E sich befindet, um die Achse dreht. — Wie bei den gewundenen Bohrern und Spiralbohrern die Schneiden angebracht werden, lassen die Figuren ohne weiteres erkennen, wenn bemerkt wird, daß ab die Schneide bezeichnet.

Damit ein Bohrer sich in dem Bohrloche nicht verläuft, d. h., damit ein Bohrer ein gerades und rundes Loch erzeugt, ist es erforderlich, daß derselbe gehörig steif geführt wird. Wenn der Bohrer aus freier Hand die Führung erhält, so ist leicht ersichtlich, daß ein Spitzbohrer durch die schräg gestellten Schneiden ein natürliches Bestreben hat, sich stets selbst zu zentrieren und daß die gewundenen Bohrer an den schraubengangartigen Flächen, die ja in einer Zylinderfläche liegen, in dem Loche selbst eine sehr sichere Führung erhalten, so daß bei dieser Gattung von Bohrern mit Schraubenwindungen außer dem günstigen Einflusse auf das Entfernen der Späne auch noch die vorzügliche Führung beachtenswert ist. Die gewöhnlichen Zentrumborner (Fig. 362 B und Fig. 363 C) entbehren dieser Führung und fordern deshalb auch eine gewisse Geschicklichkeit in der Handhabung, die sich jedoch bald erwerben läßt. — Außerdem werden dieselben oft zur Führung mit einer Mittelpunktspitze s (Mouche, Tétine) oder einem Führungszapfen z. (Fig. 362, Zapfenbohrer, Mouche à teton, *Pin-drill*) versehen, der in ein vorgebohrtes Loch gesteckt wird. — Mitunter erhalten die Bohrer desselben Zweckes halber einen halbkreisförmigen Querschnitt, z. B. zum Bohren der Kanonen (Kanonbohrer).

Um den Bohrer zur Wirkung zu bringen, müssen zwischen ihm und dem Arbeitsstücke zwei Relativbewegungen erzeugt werden, eine drehende um die Achse des Loches als Arbeitsbewegung und eine fortschreitende längs derselben als Schaltbewegung. Wenn zwar beide ebensowohl dem Arbeitsstücke als dem Werkzeug erteilt, als auch auf Arbeitsstück und Werkzeug verteilt werden können, so sei hier doch gleich vorausgeschickt, daß es Regel ist, beide Bewegungen von dem Werkzeuge ausführen zu lassen und zwar so daß eine gleichförmige, oder eine hin- und hergehende, oder eine periodisch wiederkehrende Drehbewegung sich mit einer, während des Angreifens eintretenden, fortschreitenden Bewegung (die also stetig oder absetzend sein kann) zusammensetzt.

Die Bewegungen des Bohrers erfolgen nun entweder direkt mit der Hand (Handbohrer) oder mittelst eines Gerätes (Gerätbohrer), oder einer machinalen Vorrichtung (Bohrmaschine).

a) Handbohrer. Da die menschliche Hand einer kontinuierlichen Drehung nicht fähig ist, einen Bohrer deshalb nur absetzend zu drehen und außerdem einen starken Druck dauernd nicht ausüben vermag, so kann sie nur höchst unvorteilhaft wirken. Aus diesem Grunde ist die Anwendung der Handbohrer eine geringe und durchaus zum Gebrauche in Holz beschränkte. Zum bequemen Anfassen des Bohrers zum Bohren aus freier Hand sind die-

selben (Fig. 364 A) mit einer platt geschlagenen Angel so durch ein 4 bis 10 cm langes Holzheft *h* gesteckt, daß zur Vermeidung des Spaltens die Breite der Angel quer steht. — Größere Bohrer erhalten statt der Angel einen Ring *g* zur Aufnahme eines hölzernen Querheftes *op*, das mit beiden Händen gefaßt wird und deshalb 30 bis 90 cm lang ist. In diese Kategorie der Hefte gehört auch das Wendeisen (Windeisen, *Tourne à gauche*, *Wrench*), welches aus einer langen eisernen Stange besteht, die mit einem in der Mitte sitzenden viereckigen Loche auf das viereckige Ende des Bohrers gesetzt und oft durch zwei Personen gedreht wird, z. B. zum Ausbohren hölzerner Pumpen- und Wasserleitungsröhren vermittelst der Schneckenbohrer. — Um bei diesen Bohrern das Einziehen in das Holz zu befördern, ohne einen großen Druck ausüben zu brauchen, erhalten die Bohrer fast immer eine in das Holz voraustretende konische Zugschraube (Fig. 364 B), ausgenommen bei den Löffelbohrern, wo der den Löffel bildende Zahn auch ein gewisses Einziehen bewirkt. — Zu den Handbohrern gehören die allgemein bekannten Nagelbohrer; der Zapfenbohrer (*Bondinière* *Tap borer*) der Böttcher, ein konischer Hohlbohrer zum Ausbohren des Loches im Fasse, welches den Hahn aufnehmen soll; der Spundbohrer (*Bondonnière*, *Bung borer*) zur Herstellung des Spundloches; des Ausreiber, ein sehr schlanker Hohlbohrer zum Nacharbeiten der Höhlungen in hölzernen Blasinstrumenten.

b) *Gerätbohrer*. Wenn allerdings die stetige Drehbewegung die günstigste Hauptbewegung für den Bohrer ist, so kann doch unter Umständen eine abwechselnde oder absetzende Drehbewegung zweckmäßiger, ja sogar allein möglich sein, weshalb die zum Bohren gebrauchten Geräte eingeteilt werden können in: 1. solche für eine abwechselnde, 2. solche für eine stetige und 3. für eine absetzende Bewegung.

Zur Hervorbringung der ersten Bewegung dient die Drehrolle mit dem Drehbogen (Rollensbohrer) und die Bohrspindel mit steiler Schraube, während die ebenfalls hierher gehörende, früher sehr gebräuchliche Rennspindel nur noch wenig mehr in Benutzung ist.

Das Wesen des Rollensbohrers (*Foret à l'archet*, *Drill with ferrule*) besteht in einer Rolle (*Boite*, *Box*) *a* (Fig. 365 A) mit rundum laufender Furche,

aus Metall, Horn oder Holz, welche entweder auf den Bohrer *b* gesteckt wird, oder auf einer Spindel sitzt, in welche man den Bohrer *b* einsteckt (Fig. 365 B). Um die Rolle *a* (Fig. 365 C) läuft ein Pferdehaar, eine Darmsaite, eine gewöhnliche Schnur, eine Schnur aus Aalhaut, oder endlich ein schmaler Lederriemen *ss*, welcher durch einen Bogen aus Fischbein, Stuhlrohr oder einer Stahl-(Rapiert-)klinge *r* gespannt und hin- und hergezogen wird (*Drillbogen*, *Drehbogen*, *Bohrbogen*, *Fiedelbogen*, *Archet*, *Drill bow*). Die Rolle *a* setzt sich dadurch in schnelle hin- und hergehende Drehbewegung und teilt die Bewegung dem Bohrer mit. Zur Führung dient die Spitze *c* (A), welche während der Arbeit entweder in die seitwärts an den kleinen Tischschraubstöcken S. 56 sitzenden Grübchen, oder in Grübchen eines in die Werkbank eingesetzten Bohrstockchens, oder eines vor die Brust des Arbeiters

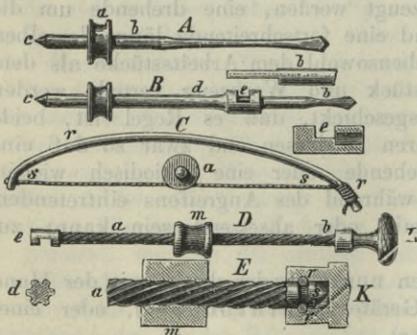


Fig. 365.

wegung und teilt die Bewegung dem Bohrer mit. Zur Führung dient die Spitze *c* (A), welche während der Arbeit entweder in die seitwärts an den kleinen Tischschraubstöcken S. 56 sitzenden Grübchen, oder in Grübchen eines in die Werkbank eingesetzten Bohrstockchens, oder eines vor die Brust des Arbeiters

geschnallten Brettes (Brustbrett, Bohrbrett, Palette, Conscience, *Breast plate*) eingesetzt wird.

Die Bohrspindel mit steiler Schraube [Archimedischer Bohrer, Bohrer mit archimedischer Schraube, *Foret à vis d'Archimède*, *Archimedian drill*]<sup>1)</sup> (Fig. 365 D, E) besteht gewöhnlich aus Triebstahl (Triebdraht aus Stahl S. 216), der um die Achse so gewunden ist, daß die Erhöhungen auf dem Drahte steile Schraubengänge mit einem Steigungswinkel bilden, der bedeutend größer als der Reibungswinkel, nämlich etwa 70 Grad ist. Auf dieser Schraube a b, welche in dem Knopfe K drehbar befestigt und am Ende e zur Aufnahme des Bohrers eingerichtet ist, befindet sich eine Mutter m, welche bei einer Bewegung längs der gewundenen Stange diese und damit den Bohrer hin- und herdreht. Zur Vermeidung des Herausfallens aus dem Kopfe erhält die Bohrstange bei r r eine herumlaufende Nut, durch welche seitwärts zwei Stifte eingeschoben werden, die durch den Kopf K gehen. Die Spitze s hebt den Druck auf diese Stifte auf. — In dieser einfachsten Gestalt hat dieses Bohrgerät die Rennspindel und zum Teil auch den Rollenbohrer verdrängt, weil das Bohren damit viel sicherer möglich ist. Manche andere Ausführungen sind versucht und zum Teil in Anwendung gekommen<sup>2)</sup>.

Die beiden eben genannten Bohrgeräte waren ursprünglich für kleine zweischneidige Bohrer bestimmt, um dieselben mit großer Geschwindigkeit, aber mit wegen ihrer Kleinheit erforderlichem, geringem Drucke zur Wirkung zu bringen. Statt der schlecht schneidenden, zweischneidigen Bohrer benutzt man aber neuerdings, namentlich beim Bohren größerer Löcher, in diesen Geräten ebenfalls einschneidige Bohrer, weil diese viel kräftiger angreifen.

Um den Bohrer in eine ununterbrochene Drehbewegung zu bringen, wird derselbe direkt oder durch Zwischenmittel mit einer von der Arbeiterhand gedrehten Kurbel in Verbindung gebracht, die zugleich auf den Bohrer den zur fortschreitenden Bewegung erforderlichen Druck überträgt.

Je nach Art der Anwendung ist diese Kurbel verschieden konstruiert.

Die Brustleier, bei den Holzarbeitern Bohrwinde, Winde, Faustleier, Drehbohrer, Drauf, Draufbohrer [*Vilebrequin*, *Drille à arcon*, *Brace*, *Breast-brace*, *Hand-brace*]<sup>3)</sup> genannt, besteht (Fig. 366), wesentlich aus einem C-förmigen Holz- oder Eisenstück a, welches bei b den Bohrer und oben einen breiten Knopf oder eine Eisenplatte aufnimmt, die gegen die Brust des Arbeiters gestützt wird, um dadurch einen gehörigen Druck auf die Bohrspitze auszuüben, und in welchem die eigentliche Kurbel a sich dreht. Die Befestigung des Bohrer

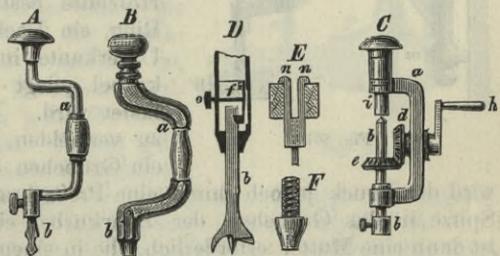


Fig. 366.

in der Bohrhülse b kann auf verschiedene Weise erfolgen. Entweder besitzen die Bohrer eine viereckige Angel A, B, C (Fig. 363), mit welcher sie in das viereckige Loch der Hülse gesteckt und ohne weiteres, oder durch eine Druckschraube oder eine Feder (Fig. 366 D, C), festgehalten werden; oder sie befinden

<sup>1)</sup> Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1854, S. 18 u. 139; 1865, S. 247. — Dinglers Journ. 249, 329. — <sup>2)</sup> Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 192. — Dinglers Journ. 176, 273. — <sup>3)</sup> Wertheim, Werkzeugkunde, Wien 1869.

sich ein für allemal fest an einem Holzstücke (Fig. 366 E, F), welches in die Hülse eingeschraubt wird, oder mit einem Spalte und zwei Nasen *n n* versehen ist, welche beim Durchstecken durch die Hülse *b* über die Ränder derselben schnappen. Zum Herausnehmen des Bohrers aus der Leier *B* wird, wie bei *D* gezeichnet ist, die Feder *f* durch den Knopf *o* zurückgedrängt. Von diesen Geräten ist die in Fig. 366 A dargestellte, namentlich für Bohrer auf Metall, die anderen für Holzbohrer in Gebrauch.

Eine Abart der Brustleier ist der Eckenbohrer<sup>1)</sup> (Fig. 366 B), der wesentlich die Bestimmung hat, in Vertiefungen zu arbeiten, welche ein Herumdrehen der Leier nicht gestatten. Zu dem Zwecke ist der Drehapparat seitwärts angebracht. Derselbe besteht aus der Handkurbel *h*, welche durch die Kegelräder *d* und *e* die Bewegung auf die Bohrspindel *b* überträgt, die sich mit einer Spitze gegen das Stück *i* stützt, um von dem Knopfe *C* den erforderlichen Druck zu bekommen, und daneben noch ein Halslager hat. Außerdem besitzt der Eckenbohrer noch den Vorteil, daß man durch Auswechslung der Räder *d* und *e* je nach dem zu überwindenden Widerstande größere oder kleinere Geschwindigkeiten übertragen kann, weshalb sie sowohl für Metall- als Holzarbeiter in Gebrauch gekommen sind.

Die Bohrkurbel mit Gestell. Der durch die Brust des Arbeiters auszuübende Druck erreicht nicht nur bald die Grenze, sondern ist auch in hohem Grade gesundheitsschädlich, weshalb die Brustleier immer nur vorübergehend und selten zum Bohren in Metall, dagegen hauptsächlich zum Bohren in Holz gebraucht wird. Um in Metall größere und tiefere Löcher herzustellen, wird daher der Druck auf andere Weise hervorgebracht, und, weil er größer, ist auch die Kurbel, welche nunmehr ein Brustblech nicht mehr bedarf und auch den Namen Bohrkurbel (Fût, *Crank beace*) führt, viel stärker konstruiert, wie Fig. 367 K zeigt. Der Druck wird entweder durch einen Druckbaum erzeugt, der aus einer Eisenstange oder einer starken Holzlatte besteht, die mit einem Ende in einen Ring, ein Loch der Mauer, usw. gesteckt, mit der Unterkante in etwa  $\frac{1}{3}$  der Länge auf die Bohrkurbel gelegt und am anderen Ende gehörig belastet wird. Um das Abgleiten von der Kurbel zu vermeiden, wird eine Spitze angebracht, die in ein Grübchen der Bohrkurbel tritt. Am häufigsten wird der Druck jedoch durch eine Preßschraube hervorgebracht, welche mit einer Spitze in das Grübchen der Bohrkurbel eintritt. Zur Führung der Schraube ist dann eine Mutter erforderlich, die in einem passenden Gestelle (Bohrgestell) sitzen muß, das aus Zweckmäßigkeitsgründen verschieden konstruiert ist und mit der Kurbel zusammen auch Bohrmaschine (Potence, Machine à percer. *Drilling frame*) genannt wird. Das Gestell ist feststehend oder transportabel. Das feststehende sitzt entweder drehbar an einer Wand über dem Arbeitstische (Wandbohrmaschine), oder steht auf dem Arbeitstische, [Tischbohrmaschine, Säulenbohrmaschine, *Drilling pillar*]<sup>2)</sup>. — Bei diesen Bohr-

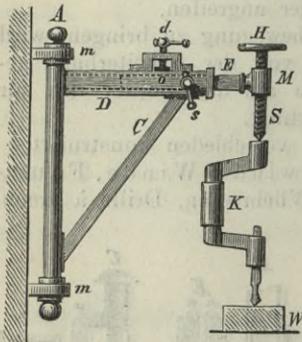


Fig. 367.

wird der Druck jedoch durch eine Preßschraube hervorgebracht, welche mit einer Spitze in das Grübchen der Bohrkurbel eintritt. Zur Führung der Schraube ist dann eine Mutter erforderlich, die in einem passenden Gestelle (Bohrgestell) sitzen muß, das aus Zweckmäßigkeitsgründen verschieden konstruiert ist und mit der Kurbel zusammen auch Bohrmaschine (Potence, Machine à percer. *Drilling frame*) genannt wird. Das Gestell ist feststehend oder transportabel. Das feststehende sitzt entweder drehbar an einer Wand über dem Arbeitstische (Wandbohrmaschine), oder steht auf dem Arbeitstische, [Tischbohrmaschine, Säulenbohrmaschine, *Drilling pillar*]<sup>2)</sup>. — Bei diesen Bohr-

1) Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 267. — Dinglers Journ. 193, 358; 260, 256.

2) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1871, S. 402. — Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 192; 1872, S. 84 u. 143. — Polyt. Zentr. 1843, S. 485; 1870, S. 1029; 1871, S. 195 u. 708; 1875, S. 1006. — Dinglers Journ. 202, 89; 205, 95.

maschinen ist es zweckmäßig, die Einrichtung so zu treffen, daß man mit der Bohrspitze leicht nach allen Stellen des Arbeitsstückes gelangen kann, selbst wenn die Größe des letzteren sehr wechselt. Die in folgendem beschriebenen Bohrmaschinen dieser Art können als Muster derselben angesehen werden.

Die Fig. 367 stellt eine Wandbohrmaschine dar, welche zunächst aus den zu einem Dreiecke vereinigten Gestellteilen A, D und C besteht, wovon A als Drehachse anzusehen ist, weil dieses Stück drehbar in den zwei in die Wand eingelassenen Ösen m m steckt. In dem hohlen Arme D verschiebt sich die runde Stange E, welche bei M eine Mutter zur Aufnahme der Schraubenspindel S besitzt, die durch das Handrad H drehbar, die Bohrkurbel K gegen das Arbeitsstück W preßt. Die Verschiebbarkeit der Stange E gestattet es, diese Schraube in größere oder weitere Entfernung von der Wand zu bringen, während infolge ihrer Drehbarkeit in der vertikalen Ebene die Kurbel K in jeder beliebigen Lage zu dem Arbeitsstücke einzustellen ist. Die Klemmschraube s stellt die Stange E in dem Arme D fest, und die Druckschraube d, welche auf einem eisernen Bogen o wirkt, der mit der Wand verbunden, hält den ganzen Apparat in einer festen Stellung.

In Fig. 368 ist eine Bohrmaschine gezeichnet, welche nicht nur eine sehr zweckmäßige Anordnung einer Säulenbohrmaschine zeigt, sondern auch die Konstruktion einer feststehenden und transportablen, d. h. vorübergehend an Arbeitsstücken anzubringenden Maschine vereinigt.

Der Bohrer a steckt in dem Kopfe der Bohrspindel b, welche durch die Schraube c mit Hilfe des Handrädchens d gegen das Arbeitsstück gedrückt wird und daher den Vorschub des Bohrers bewirkt. Die Drehung des Bohrers wird durch die Handkurbel h, vermittelt der kleinen Achse x und zwei Kegelräder (also wie bei dem Eckenbohrer) hervorgebracht. Die Achse x geht durch die Büchse m, welche auf der Hauptstange (Säule) A verschiebbar sowie durch die Klemmschraube o festzustellen ist, und den Bügel B, welcher unten die Bohrspindel und oben die Mutter für die Druckschraube trägt und um die Achse x drehbar ist, infolgedessen die Bohrspitze sich in einem vertikalen Kreise bewegen, als auch in jeder Richtung gegen das Arbeitsstück stellen läßt. Ferner geht die Bohrspindel b durch die Schraube c hindurch und trägt oben bei d ein kleines Sperrrad und eine viereckige Verlängerung. Indem die Handkurbel h auf diese Verlängerung gesteckt wird, faßt sie die Bohrspindel und dreht sie ohne die Kegelräderübersetzung, wodurch das Bohren größerer Löcher ermöglicht wird. Das Vorhandensein des Sperrades, in welches ein an der Kurbel h sitzender Sperrkegel eingreift, gestattet ferner die Verwendung dieser Bohrmaschine in den Fällen, wo Hindernisse für die Drehung der Kurbel im ganzen Kreise vorhanden sind, also dieselbe Verwendung als die später zu erwähnende Bohrknarre. — Die ganze Maschine endlich kann durch eine Art Parallelschraubstock P mit dem Arbeitsstücke oder der Werkbank W verbunden, selbstverständlich auch nach Wegnahme der Stützschraube R, in einem Loche der Werkbank befestigt werden. Ehe man zur Konstruktion dieses Universalbohrgerätes übergang, gab es mancherlei andere Anordnungen der Säulen- und transportablen Bohrmaschinen.

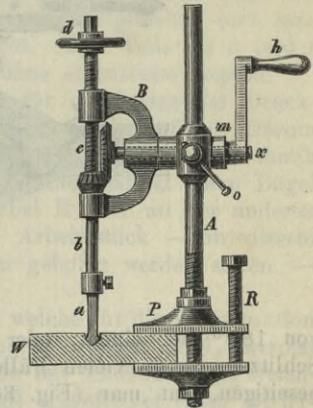


Fig. 368.

Kurbel mit Schraube und Hebel. Um die Bohrkurbel auch in Räumen gebrauchen zu können, welche die Anbringung eines Bohrgerätes nicht zulassen, ändert man die Kurbel so ab, daß durch den oberen Teil eine Schraube geht, welche mit ihrer Spitze sich gegen einen festen Gegenstand, z. B. die Wand eines Gefäßes legt, wenn dieser Wand gegenüber ein Loch gebohrt werden soll. In solchen Fällen ist man aber auch gewöhnlich verhindert, den Bohrer mittelst einer Kurbel vollständig im Kreise herumzudrehen, und gezwungen, sich mit einer absetzenden, also periodisch wiederkehrenden Drehbewegung in einem mehr oder weniger kleinen Bogen zu behelfen. Es fällt dann die Kurbel als solche weg und wird durch einen Hebel ersetzt, welcher Fig. 369 A, durch einen Schlitz *o* der stark verdickten Bohrspindel *b* gesteckt und soweit als tunlich gedreht, herausgenommen und wiederholt von neuem eingesteckt und gedreht wird, während die Schraube *S* von Zeit zu Zeit durch einen Stift, der in Löcher des Knopfes *a* gesteckt wird, herausgeschraubt wird, um den erforderlichen Druck auszuüben.

Es ist leicht zu erkennen, daß das Bohren mit diesem Geräte sehr langsam von statten geht, namentlich infolge des Zeitverlustes, der durch das Ausziehen und Einstecken des Hebels entsteht; auch fordert dasselbe eine Drehung

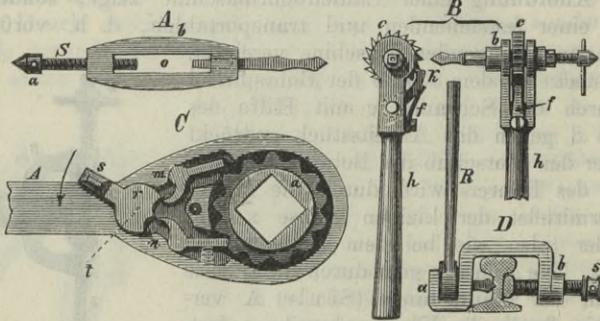


Fig. 369.

von  $180^\circ$  bei einem, oder von  $90^\circ$  bei zwei sich rechtwinklig kreuzenden Schlitten, die in vielen Fällen nicht auszuführen ist. — Um diese Mängel zu beseitigen, hat man (Fig. 369 B), den gabelförmigen Hebel *h* mit der Bohrspindel *b* um deren Achse drehbar verbunden, und die Bohrspindel durch ein auf ihr sitzendes Sperrrad *c*, in Verbindung mit einem an dem Hebel sitzenden Sperkegel *k*, in Drehung gesetzt, wie die Zeichnung ohne weiteres erkennen läßt. Wegen des Schnarrens, welches zwischen Sperrrad und Sperkegel beim Rückgang des Hebels entsteht, da letzterer durch die Feder *f* stets an die Zähne gedrückt wird, hat dieses höchst nützliche Bohrgerät den Namen Bohrknarre (Bohrratsche, Ratschbohrer, Ratsche, Knarre, Cliquet pour percer, Perçoir à rochet, Raquette perceuse, Ratchet drill, R. brace, Kock drill, Cat-rake) erhalten. Dasselbe hat im Laufe der Zeit mancherlei abgeänderte Konstruktionen erfahren<sup>1)</sup>, so z. B. um die Vorschübung der Druckschraube

1) Ztschr. d. V. d. Ing. 1871, S. 402. — Organ für Eisenbahnwesen 1869, S. 128. — Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 192; 1874, S. 176. — Polyt. Zentr. 1842, S. 390; 1847, S. 1465; 1850, S. 1903; 1852, S. 804 u. 986; 1856, S. 329; 1859, S. 1122; 1864, S. 366; 1865, S. 627; 1867, S. 368; 1868, S. 869; 1871, S. 708; 1875, S. 1374. — Dinglers Journ. 132, 252; 171, 344; 176, 178; 189, 365; 190, 84; 214, 102; 218, 22; 241, 301; 248, 407; 249, 75, 185; 251, 11; 252, 271; 267, 141; 268, 95; 281, 277; 315, 142.

selbsttätig zu machen; die Drehung des Bohrers in einer Richtung während beider Hebelbewegungen zu bewirken; durch ein Sperrrad, das die Form einer Kugel hat (*Ball ratchet brace*), um den Hebel auch schräg gegen die Achse stellen zu können usw. — Hier mag es genügen, eine dieser Ausführungen als besonders beachtenswert vor Augen zu führen, weil der Apparat höchst einfach und brauchbar eingerichtet ist. Die allgemeine Anordnung geht aus Fig. 369 C hervor. Der Hebel A trägt einen Kopf, durch welchen die Bohrspindel mit der Vorschubschraube wie bei der Ratsche Fig. 369 B hindurch geht. Der Bewegungsapparat, also der Sperrkegel mit dem Sperrade, liegt in dem Kopfe. Zunächst ist eine Nuß a vorhanden, welche an der Peripherie Sperrzähne besitzt und mit zwei Absätzen in entsprechend runden Öffnungen des Kopfes gehalten und geführt wird. In demselben Gehäuse befinden sich sodann zwei Sperrkegel m und n, welche durch kleine Spiralfedern stets in die Zähne gedrückt werden, wie bei n sichtbar ist. Demnach wird, wenn der Hebel in der Richtung des Pfeiles gedreht wird, ein Mitnehmen der Nuß und des durch die viereckige Öffnung derselben gehenden Bohrers bewerkstelligt. Zur Vermeidung der Rückdrehung der Nuß durch den zweiten Sperrkegel m wird der letztere durch das eingelegte Stück r vermittelt eines kleinen Vorsprunges in der gezeichneten Lage festgehalten. Soll der Bohrer eine der Pfeilrichtung entgegengesetzte Drehrichtung erhalten, so wird das Stück r in der Richtung st gedreht, wodurch m ein- und n ausgelöst wird. Steht aber das Stück r in der Werkzeugachse, so sind beide Sperrkegel eingestellt, und eine feste Verbindung zwischen Nuß und Hebel erreicht. Die Teile m, n und r drehen sich in ausgesparten runden Löchern, also ohne eigentliche Zapfen.

Es ist nicht immer möglich, ohne Umstände für die Spitze der Druckschraube einer Bohrknarre einen gehörigen Festpunkt zu schaffen. Darum können Einrichtungen oft sehr gute Dienste leisten, welche nach einem durch Fig. 369 D verdeutlichten Prinzip getroffen werden. Man benutzt einen Bügel a b, der an einer Seite (a) die Knarre mit dem Hebel R und an der anderen Seite (b) die Druckschraube s aufnimmt und das Arbeitsstück — in diesem Fall eine Eisenbahnschiene, in welche Laschenlöcher gebohrt werden sollen — umfaßt.

**2. Bohrmaschinen.** Aus denselben Gründen, welche für die Konstruktion bereits erwähnter Werkzeugmaschinen geltend gemacht worden sind, werden auch die Bohrwerkzeuge sowohl auf Metall als Holz mit machinalen Vorrichtungen zum Betriebe für Elementar- und Muskelkraft eingerichtet, also Bohrmaschinen gebaut. Die für allgemeine Zwecke dienenden Bohrmaschinen haben entweder die Aufgabe, Löcher in Metall oder Holz aus dem Vollen zu bohren, oder bereits vorhandene Löcher zu erweitern (Ausbohren). Während daher im ersten Fall sowohl Spitzbohrer, Zentrumborher oder Parallelbohrer angewendet werden können, sind im zweiten Fall nur Parallelbohrer zweckentsprechend. Auch haben in der Regel die Arbeitsstücke, welche ausgebohrt werden sollen, eine bestimmte (zylindrische oder konische) Gestalt, und die Löcher große Durchmesser (Dampf- und Gebläse-Zylinder, Pumpentiefel, Wasserhähne usw.), während die Löcher, welche aus dem Vollen gebohrt werden, von geringerem Durchmesser und die bezüglichlichen Arbeitsstücke von der vielfältigsten Gestaltung sind. Aus diesen Gründen müssen die Konstruktionen dieser beiden Gattungen von Bohrmaschinen abweichen, weshalb man auch von diesem Gesichtspunkte aus die Bohrmaschinen einteilt in Löcherbohrmaschinen und Ausbohrmaschinen.

a) Löcherbohrmaschinen (*Machine à percer, Drilling machine*). Das Werkzeug der Löcherbohrmaschine richtet sich natürlich danach, ob das

selbe auf Metall oder Holz arbeiten soll. — Auf Metall braucht man zu Löffern bis zu etwa 20 mm Durchmesser Spitzbohrer und darüber hinaus gewöhnlich Zentrumborher; in beiden Fällen aber vorteilhafter Spiralbohrer. — Auf Holz dahingegen je nach der Richtung der Fasern: Hohlbohrer, Zentrumborher, Schneckenbohrer und gewundene Bohrer, namentlich aber die letzteren.

In bezug auf die Haupt- und Schaltbewegung ist hervorzuheben, daß die Hauptbewegung stets dem Werkzeuge und die Schaltbewegung fast ohne Ausnahme ebenfalls dem Werkzeuge zuerteilt wird. Zur Hervorbringung dieser Bewegung erhält eine den Bohrer aufnehmende Achse (Bohrspindel oder Bohrstange) sowohl eine Drehbewegung als eine Längerverschiebung. — Die Bohrspindel hat bei den Metallbohrmaschinen fast ausschließlich eine vertikale Lage (Vertikalbohrmaschine); bei den Holzbohrmaschinen liegt sie auch oft horizontal. — Antriebsvorrichtungen sind insofern verschieden, als die Spindel zur Drehung gewöhnlich durch Zahnräder, mitunter durch Riemenscheiben angetrieben, und die Längerverschiebung durch eine Leitschraube, einen Hebelapparat oder eine Zahnstange entweder durch die Arbeiterhand oder selbsttätig hervorgerufen wird. — Das Arbeitsstück liegt fest auf einem Tische, der bei kleinen Bohrmaschinen festliegt und nur Apparate (bei Metallbohrmaschinen gewöhnlich einen Parallelschraubstock, bei Holzbohrmaschinen Schraubzwingen) zur Aufnahme des Arbeitsstückes trägt, bei großen Maschinen je nach der Dicke des Arbeitsstückes vertikal verstellbar und mit Kreuztisch ausgestattet ist. In vielen Fällen befindet sich der Tisch auf einem besonderen Bocke vor dem Gestelle oder ist als Drehscheibe angeordnet.

Im übrigen sind die Bohrmaschinen dieser Art außerordentlich verschieden sowohl in Größe als Anordnung, indem naturgemäß zum Bohren großer Löcher in schweren Werkstücken kräftigere und größere Maschinen notwendig werden, als wenn in kleinen Arbeitsstücken Löcher von geringem Durchmesser zu bohren sind. — Um die Arbeitsstücke bequem unter den Bohrer bringen zu können, gibt man dem Gestelle der Bohrmaschinen entweder eine Form, bei welcher die Bohrspindel in einem nach vorn überhängenden Teile mit festem Abstände unverrückbar gelagert ist (feststehende Bohrmaschine), oder man trifft eine Anordnung, bei welcher das Arbeitsstück festliegt, während der Bohrer in einem besonderen Träger angebracht ist, der bestimmte Bewegungen auszuführen vermag und daher den Bohrer nach der Stelle bringen kann, wo das Bohrloch vorgezeichnet (angekört) ist. Da diese Bewegungen gewöhnlich aus einer Bogenbewegung und einer Radialbewegung bestehen, so nennt man diese Gattung von Bohrmaschinen Radialbohrmaschinen.

Als Hauptformen von feststehenden Bohrmaschinen können die in Fig. 370 bis 374 dargestellten gelten, obwohl in bezug auf die Einzelheiten eine Menge anderer Anordnungen auftreten<sup>1)</sup>.

In Fig. 370 ist eine kleine Handbohrmaschine für Metall dargestellt. Der Bohrer a sitzt in dem Bohrkopfe b der Bohrspindel c, die an zwei Stellen

1) Hütte, 1860, Taf. 20; 1866, Taf. 14; 1868, Taf. 22; 1870, Taf. 11. — Wiebe, Skizzenb., Heft 2, Taf. 5; Heft 11, Taf. 6; Heft 44, Taf. 1 u. 2. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1886, S. 558; 1888, S. 967; 1891, S. 413; 1892, S. 637, 1458; 1893, S. 471, 1498; 1896, S. 1238; 1899, S. 579; 1900, S. 1613; 1902, S. 656, 1256; 1903, S. 342, 416. — Prakt. Masch.-Konstr. 1868, S. 163 u. 314; 1870, S. 34 u. 150; 1872, S. 69 u. 211; 1873, S. 138; 1874, S. 95, 118, 291, 370; 1877, S. 1; 1878, S. 369; 1879, S. 80; 1881, S. 46. — Dingers Journ. 127, 31; 192, 447; 209, 251; 216, 14; 232, 114; 236, 464; 248, 268; 249, 287; 262, 395; 268, 20; 270, 398, 438; 273, 69, 533; 275, 581; 278, 529; 289, 123, 145, 220; 299, 201, 223; 306, 32; 309, 3; 315, 30. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 6, 17, 34, 187; 1898, S. 73, 199, 200, 312; 1899, S. 39, 46, 70, 120, 303; 1900, S. 68, 444, 539; 1901, S. 67, 163, 239; 1902, S. 58, 519; 1903, S. 925; 1904, S. 1, 4, 185.

d, e gelagert ist und durch das Kegelrad r von einem Kegelrad s aus durch den, an dem Schwungrade S sitzenden Handgriff H in Bewegung gesetzt wird. Der Vorschub erfolgt durch die Schraube i, welche vermöge einer in der verlängerten Nabe des Handrades B sitzenden Mutter verschoben wird, die in dem Stücke o drehbar, aber an der Längenschiebung verhindert, gelagert ist. Damit sich die Bohrspindel i unabhängig von der Schraube b drehen, aber mit derselben auf- und niederbewegen kann, wird die Schraube mit einem ausgedrehten Halse versehen, der in eine Vertiefung der Spindel tritt und durch zwei Durchsteckstifte gehalten wird. Und damit die Spindel sich in dem Zahnrade r unbehindert verschieben kann, hat dieselbe eine Längennut, in welche eine im Innern der Nabe sitzende Feder eingreift. Der Tisch T zur Aufnahme des Arbeitsstückes ist mit einem Parallelschraubstocke P einfachster Konstruktion ausgestattet, der in schwalbenschwanzartige Nuten eingeschoben wird.

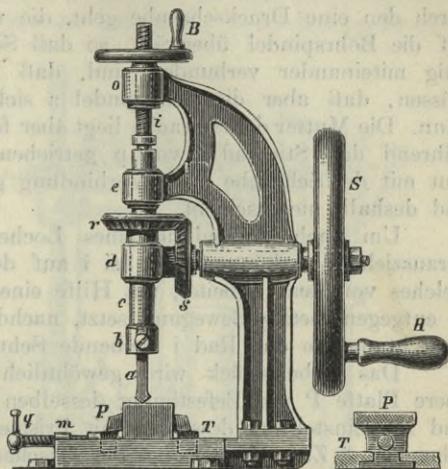


Fig. 370.

Nach demselben Prinzip ist die in Fig. 371 und 372 in zwei Ansichten gezeichnete Bohrmaschine für Riemenbetrieb und mit selbsttätigem, regulierbarem Vorschub ausgeführt. Die Bohrspindel a, die unten einen Kopf zur Aufnahme des Bohrers trägt, geht durch ein Rohr b, mit dem das Kegelrad 6 verbunden ist, und welches sich in den beiden Lagern d, d dreht und zwar von den Stufenscheiben S aus, vermittelt des Rädervorgeleges 1, 2, 3, 4 und des Kegelrades 5. Die Bohrspindel a besitzt zur Mitnahme durch das Rad 6 eine lange Nut, in welche ein Zapfen des Rohres b eingreift. Der Vorschub der Bohrspindel geschieht selbsttätig und zwar in folgender Weise.

Auf der verlängerten horizontalen Hauptwelle befinden sich die kleinen Stufenscheiben f und übertragen durch einen Riemen die Bewegung auf die Stufenscheiben g. Diese sitzen auf einer horizontalen Welle gh, welche am Ende h eine Schnecke trägt, die in das Schraubenrad i eingreift und somit die vertikale Welle k samt dem Stirnrade p in Bewegung setzt. Nun sitzt, wie die Nebenfigur im Querschnitte erkennen läßt, in dem Triebrohre b eine hohle

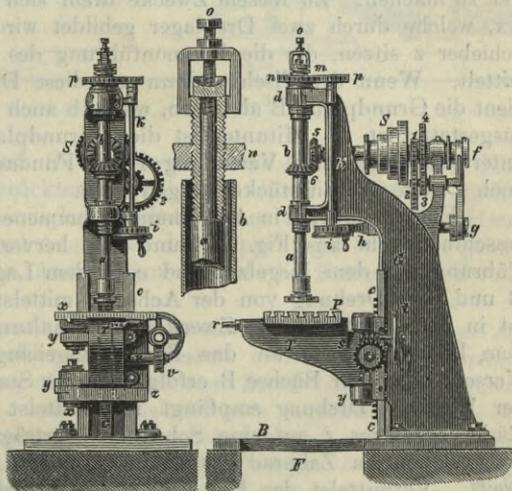


Fig. 371.

Fig. 372.

Schraube, durch welche der dünne Schaft der Spindel a geht, und von der die letztere mit einer auf b aufgeschraubten kleinen Platte getragen wird. Auf dem oberen Ende der Schraube befindet sich ferner fest aufgeschraubt der Bügel o, durch den eine Druckschraube geht, die von der Hohlschraube aus den Druck auf die Bohrspindel überträgt, so daß Schraubenspindel und Bohrspindel derartig miteinander verbunden sind, daß beide zusammen auf- und niedergehen müssen, daß aber die Bohrspindel a sich in der Schraube ungehindert drehen kann. Die Mutter der Schraube liegt aber fest in dem oberen Arme d des Gestelles, während das Stirnrad n von p getrieben und, durch einen Zahn und lange Nut mit der Schraube m in Verbindung gebracht, diese Schraube langsam dreht und deshalb niederschiebt.

Um nach Vollendung eines Loches den Bohrer aus demselben schnell herausziehen zu können, ist bei i auf der Welle k ein Handrad angebracht, welches von dem Arbeiter, mit Hilfe einer Kurbel h gedreht, die Welle k usw. in entgegengesetzte Bewegung setzt, nachdem durch eine sehr einfache Ausrückvorrichtung die das Rad i treibende Schnecke ausgelöst ist.

Das Arbeitsstück wird gewöhnlich von dem Tische T getragen, dessen obere Platte P zur Befestigung desselben mit schwalbenschwanzförmigen Nuten und zur Einstellung desselben mit Prismenführung und Schraubenspindel r versehen ist. Zur Verstellung des Tisches in vertikaler Richtung ist derselbe ebenfalls an der Vorderseite c des Gestelles G mit Prismenführung und Zahnstangenhebung ausgestattet. Die letztere besteht aus einer Zahnstange bei c an der Vorderseite des Gestelles, an welcher der Tisch mit einem Triebe hängt, das auf einer Welle u sitzt, die durch Handrad t, Schnecke s und Schneckenrad v bewegt wird. — Um mit dieser Bohrmaschine Löcher auch in so hohen Arbeitsstücken bohren zu können, die selbst beim niedrigsten Stande des Tisches nicht auf denselben zu bringen sind, ist die bemerkenswerte Einrichtung getroffen, durch Entfernung des Tisches den Raum unter dem Bohrer vollständig frei zu machen. Zu diesem Zwecke dreht sich nämlich der Tisch um die Achse x x, welche durch zwei Drehlager gebildet wird, die seitwärts bei y, y an dem Schieber z sitzen, der die Prismenführung des Tisches an dem Gestelle G vermittelt. Wenn der Tisch sodann um diese Drehlager zur Seite geschoben ist, dient die Grundplatte B als Tisch, weshalb auch sie oft mit Aufspannvorrichtungen ausgestattet ist. — Mitunter ist diese Grundplatte sogar noch durchbrochen und unter derselben eine Vertiefung F im Fundamente angebracht, um Platz für noch höhere Arbeitsstücke zu gewinnen.

Eine neue viel in Aufnahme gekommene sehr standfeste Bauart der Bohrmaschinen geht aus Fig. 373 und 374 hervor. Die Bohrspindel a erhält ihre Führung mit dem Kegelzahnrad c in dem Lager A und in der langen Büchse B und ihre Drehung von der Achse x mittelst Kegelzahnräder. Die Büchse B ist in dem Arme C zum Zwecke der Schaltung verschiebbar und durch ein in dem Hohlgestelle G an das Seil g angehängtes Gewicht ausbalanciert. Die Verschiebung der Büchse B erfolgt von der Stange f, welche von der Schnecke s der Welle x Drehung empfängt und mittelst eines Kegelradgetriebes und des Rädervorgeleges r auf eine Schnecke überträgt, die eine kurze Welle antreibt, auf welcher ein Zahnrad fest sitzt, das in eine Zahnstange z der Büchse B eingreift. Vermittelst des Handrades e läßt sich diese Schnecke direkt bewegen und somit der Bohrer von Hand schalten, während das Handrad d zum Einstellen dient. Um den Bohrer in die geeignete Höhenlage zum Arbeitsstücke zu bringen, ist der ganze Arm C vor dem Gestelle G mittelst Zahnstange am Gestelle und Zahnrad im Arme C von dem Handkreuz e und einer Schneckenübersetzung verschiebbar gemacht. Der Aufspanntisch E liegt drehbar auf der

Konsole K, welche längs des unteren Gestelltheiles D mit Hilfe einer Zahnstange y sowie Schneckenübersetzung i und Handkrenz n verschoben und in die gewünschte Höhenlage gebracht werden kann. Der Antrieb der Hauptwelle x erfolgt von der vorteilhaft unten im Gestelle gelagerten festen Riemenscheibe F

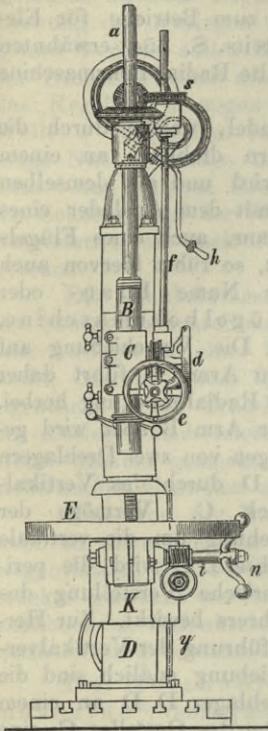


Fig. 373.

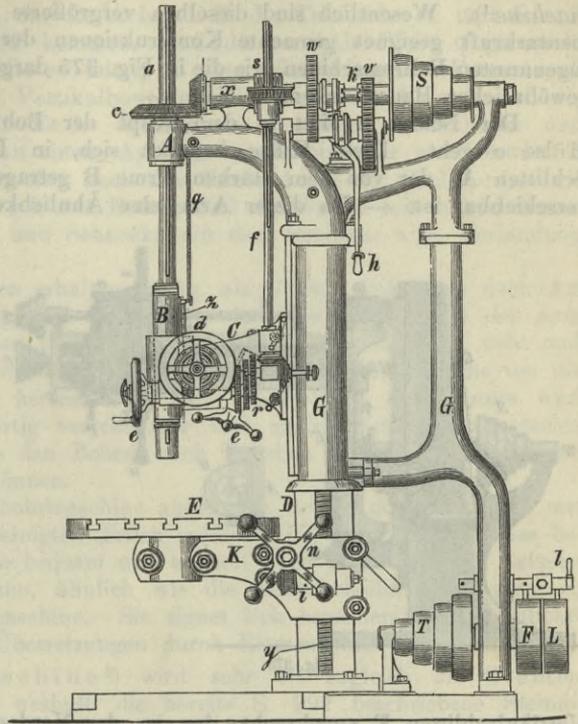


Fig. 374.

durch Stufenriemenscheiben T und S und zwar direkt mit eingerückter Kuppelung k oder indirekt mit ausgerückter Kuppelung k durch ein Rädervorgelege v, w um einen größeren Geschwindigkeitswechsel zu ermöglichen. Die Handgriffe h und l dienen zum Ein- und Ausrücken der Kuppelung k oder der ganzen Maschine durch Verschieben des Antriebsriemens auf die Festscheibe F oder Leerscheibe L.

Die eben beschriebenen gewöhnlichen Bohrmaschinen sind in ihrer Anwendung insofern beschränkt, als zwischen Gestell und Bohrer ein Abstand vorhanden ist, der die Entfernung der Löcher vom Rande des Arbeitsstückes auf eine geringe Größe, nämlich etwa 500 bis 600 mm begrenzt. Um Löcher in größerer Entfernung vom Rande des Arbeitsstückes bohren zu können, muß demnach die Ausladung der Bohrspindel vergrößert werden. — In der Regel sind jedoch in diesem Fall die Arbeitsstücke sehr schwer, weshalb man es oft vorzieht, nicht nur den Aufspanntisch ganz fortzulassen (weil das Arbeitsstück durch sein eigenes Gewicht genügend festliegt), sondern auch die Bohrmaschine so einzurichten, daß man den Bohrer nach jeder gewünschten Stelle des Arbeitsstückes bringen kann. Der Bohrer bedarf dazu außer der Einstellbewegung in bezug auf die Dicke des Arbeitsstückes, der Arbeits- und Schalt-

bewegung auch noch einer Bewegung in einer Horizontalebene. Diese letzte Bewegung wird ermöglicht durch Drehung des Bohrträgers um eine vertikale Achse und Verschiebung desselben von oder nach dieser Achse, also durch eine peripherische und radiale Bewegung. Wegen der letzteren heißen diese Bohrmaschinen Radial-Bohrmaschinen (Machine radiale, *Radial drilling machine*<sup>1)</sup>. Wesentlich sind dieselben vergrößerte und zum Betriebe für Elementarkraft geeignet gemachte Konstruktionen der bereits S. 354 erwähnten sogenannten Bohrmaschinen, wie die in Fig. 375 dargestellte Radial-Bohrmaschine gewöhnlicher Bauart erkennen läßt. —

Der Bohrer *a* sitzt in dem Kopf der Bohrspindel, welche durch die Hülse *c* geht. Diese Hülse befindet sich, in Lagern drehbar, an einem Schlitten *A*, der von dem starken Arme *B* getragen wird und auf demselben verschiebbar ist. — Da dieser Arm eine Ähnlichkeit mit dem Auslader eines

Krans, auch eines Flügels hat, so rührt hiervon auch der Name Kran- oder Flügelbohrmaschine.

— Die Verschiebung auf dem Arme *B* führt daher die Radialbewegung herbei. Der Arm *B* aber wird getragen von zwei Drehlagern *D, D* durch das Vertikalstück *C*. Vermöge der Drehung um die vertikale Achse *DD* wird die peripherische Verstellung des Bohrers bewirkt. Zur Herbeiführung der Vertikalverschiebung endlich sind die Drehlager *D, D* an einem

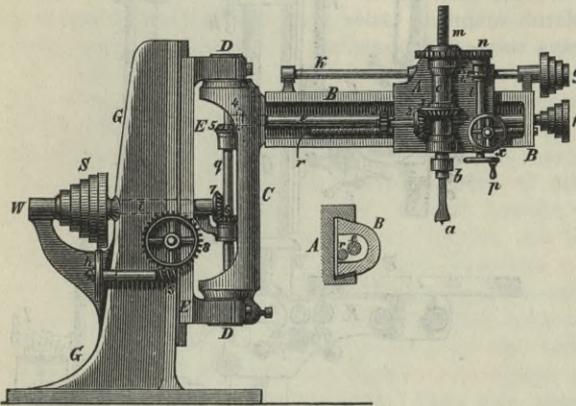


Fig. 375.

Vertikalschlitten *E* angebracht, der an der Vorderfläche des Gestelles *G* eine Prismenführung hat und mit Hilfe von Zahnstange, Trieb, Schneckenrad *t* mit Schnecke *s* und Handrad *h* verstellt und festgehalten wird. — Der Antrieb des Bohrers erfolgt durch die Hülse *c* mit Kegelrad 1, 2 und Stirnrad 3, das von der Welle *e f* umgedreht wird, die in dem Arme *B* gelagert ist und ihre Bewegung durch die Kegelräder 4 und 5, 6 und 7 von den Stufenscheiben *S* empfängt. — Die Schaltbewegung des Bohrers wird ebenfalls von der Welle *e f* abgeleitet, durch die kleinen Stufenscheiben *f g*, welche auf der Welle *g k* sitzen und durch eine Schnecke das Schneckenrad *i*, die Welle *l* und die Stirnräder *n, m* drehen, wovon *m* die Mutter enthält, die durch ihre Drehung die Schraube *s* zur Hervorbringung des Druckes niederschiebt. Die Rückwärtsbewegung der Schraube geschieht durch das Handrad *p* in derselben Weise wie bei der Bohrmaschine Fig. 371. Zur Radialbewegung des Bohrersportes *A* auf dem Arme *B* dient die Schraube *r*, welche in derselben Aus-

<sup>1)</sup> Hütte, 1856, Taf. 15; 1863, Taf. 23. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1857, S. 213; 1873, S. 469; 1882, S. 99; 1892, S. 1374. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 7, S. 365; Bd. 16, S. 30 u. 401; Bd. 17, S. 65; Bd. 18, S. 7; Bd. 19, S. 261. — Prakt. Masch.-Konstr. 1875, S. 321; 1878, S. 369; 1883, S. 16 u. 115. — Dinglers Journ. 169, 172; 215, 28; 227, 236; 228, 492; 230, 116; 231, 104; 237, 270; 240, 77; 256, 434; 264, 597; 266, 583; 273, 69; 278, 529; 282, 56. — Ztschr. f. Werkz. 1899, S. 39, 46; 1900, S. 444; 1901, S. 67; 1902, S. 88; 1903, S. 4; 1904, S. 185.

sparung des Armes B sich befindet, die zur Aufnahme der Welle ef angebracht ist. Diese Schraube geht durch eine am Supporte befestigte Mutter, welche von dem Handrädchen x mittelst Kegelrädchen gedreht wird, wodurch sich der Schlitten A in seinen Prismen verschiebt. — Bezüglich der Anordnungen im einzelnen ist noch folgendes zu dieser Maschine zu bemerken. Damit bei der Drehung des Auslegers CB um die Achse DD die Triebräder 4 und 5 und 6 und 7 nicht außer Eingriff kommen, muß die vertikale Welle q genau in der Drehachse, und die Welle ef mit q in einer Ebene liegen. Ferner muß das Kegelrad 6 wegen der Vertikalbewegung des Schiebers E sich auf der Welle q verschieben lassen. Es ist deshalb mit derselben durch Feder und lange Nut verbunden und an einem Arme 8 angebracht, der am Gestelle G sitzt. Aus gleichen Gründen sind auch das Triebrad auf der Welle ef, sowie die Schnecke auf der Welle gk mit Federn und die Wellen mit langen Nuten ausgestattet, als auch Trieb und Schnecke mit dem Schlitten a in Verbindung gebracht.

Die Kranbohrmaschinen erhalten häufig als Gestell eine Säule nach Art der Säulenhobelmaschine Fig. 314 S. 287 in der Ausführung, daß der Arm oder Ausleger an einer kurzen Hülse sitzt und mit dieser sich dreht, hebt und senkt, oder an einem langen Rohr, das auf Kugellagern ruht, welche um die eigentliche hohle Tragsäule herumlaufen. Zur Einstellung des Bohrers wird der Ausleger auch teleskopartig verschiebbar und zugleich um die wagerechte Achse drehbar gemacht, um den Bohrer nach Belieben in jeder Richtung zum Arbeitsstück einstellen zu können.

Eine von der Radialbohrmaschine abgeleitete neue Anordnung<sup>1)</sup> ist aus zwei zu einem Gelenke vereinigten Teilen gebildet, die sich in der Weise bewegen lassen, daß der Bohrer bequem und schnell nach jeder Stelle des Arbeitsstückes gebracht werden kann, ähnlich wie die Schleifscheibe einer später zu erwähnenden Gelenkschleifmaschine. Sie eignet sich besonders als Wandbohrmaschine und bewirkt die Übersetzungen durch Riemen statt Zahnräder.

Die Holzbohrmaschine<sup>2)</sup> wird sehr oft zugleich als Stemmmaschine<sup>3)</sup> konstruiert, weshalb die bereits S. 292 beschriebene Stemmmaschine auch eine Holzbohrmaschine repräsentiert. Man hat bei dieser in Fig. 322 und 323 vor Augen geführten Maschine statt des Stemmeisens m nur einen Bohrer in den Stößel n einzusetzen, um sie in eine Bohrmaschine zu verwandeln, indem die Kegelräder r durch das Handrad h umgetrieben, eine Drehbewegung dieses Stößels erzeugen, während der Hebel H sodann durch Niederziehen den Vorschub bewirkt. Von diesen Handbohrmaschinen weichen die Elementarbohrmaschinen mit vertikaler Aufstellung ebenfalls im Prinzip nicht ab. — Sie besitzen auch vielfach statt eines Druckhebels H eine Schraubenspindel oder eine Zahnstange als Vorschuborgan wie bei den großen Metallbohrmaschinen und werden diesen fast vollständig gleich. Außerdem kommt bei ihnen sehr oft eine horizontale Lage und auch dann eine Vereinigung mit der Stemmaschine vor (horizontale Stem- und Bohrmaschine), indem die Bohrspindel durch Kurbel mit Schubstange und ähnliche Anordnungen, wie sie bei der Bohrmaschine vorhanden sind, auch einer hin- und hergehenden Bewegung fähig gemacht wird. Daß diese Bohrmaschine durch Einsetzung

1) Prakt. Masch.-Konstr. 1883, S. 16. — Ztschr. f. Werkz. 1900, S. 68. — 2) Exner, Werkzeuge etc. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1857, S. 68; 1888, S. 1077; 1892, S. 1546; 1894, S. 664. — Prakt. Masch.-Konstr. 1877, S. 174, 223. — Dingers Journ. 174, 97; 201, 92; 205, 95. — 3) Hütte 1858, Taf. 22; 1867, Taf. 12; 1873, Taf. 5. — Richards, Wood-working machines, S. 241. — Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 229. — Dingers Journ. 168, 254; 179, 350 u. 329.

eines entsprechenden Werkzeuges als Langlochbohrmaschine wirken kann, wenn man das Arbeitsstück an dem Werkzeuge vorbeiführt, wurde schon S. 345 näher erklärt.

Die im vorhergehenden beschriebenen Bohrmaschinen erleiden für manche besondere Zwecke vielfach Abweichungen von diesen gewöhnlichen Konstruktionen. So kann es zweckmäßig sein, dieselben an der Wand der Werkstatt (Wandbohrmaschine) anzubringen oder an einer Tragsäule, einem Pfeiler, oder einer sonstigen Stütze. — Besonders beliebt sind die Wandbohrmaschinen, da sie wenig Raum bedürfen; man baut sie sowohl feststehend, als mit beweg-

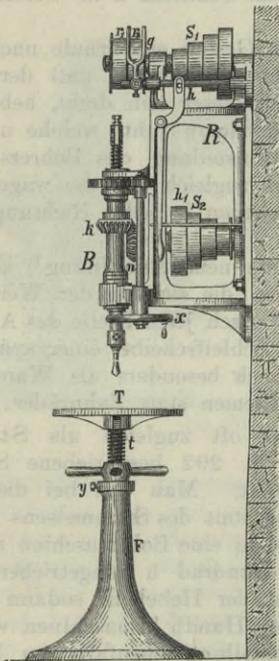


Fig. 376.

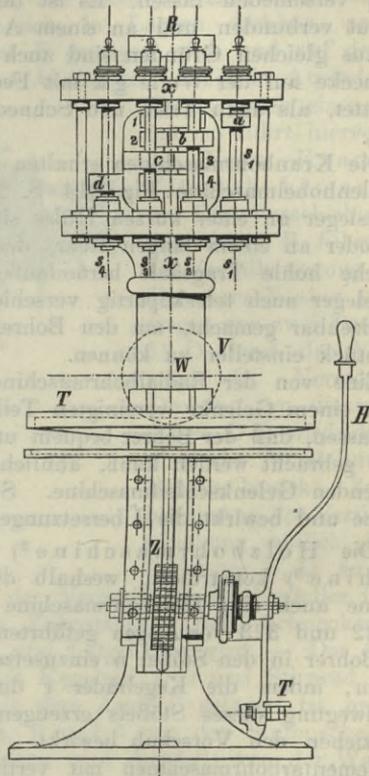


Fig. 377.

lichen Armen nach dem Prinzip der Radialbohrmaschinen. Eine feststehende Wandbohrmaschine ist in der Regel so angeordnet, wie Figur 376 erkennen läßt. Der Bohrrapparat B sitzt vor einem Rahmen R, der mit der Wand durch Ankerschrauben verbunden ist. Der Antrieb des Bohrers erfolgt von der Transmission durch die feste Riemenscheibe  $r_1$  vermittelst der Stufenscheiben  $S_1$  und  $S_2$ , sowie der Kegelräder  $n$  und  $k$  auf die S. 359 genau erklärte Weise. Der Vorschub wird nur durch die Hand bewirkt und zwar mit dem Handrade  $x$ , wie ebenfalls S. 359 beschrieben ist. Zur Aufnahme des Arbeitsstückes dient der Tisch T, welcher von einer starken Schraube  $t$  getragen wird, die ihrerseits mit der Mutter  $m$  auf dem Bocke F aufrucht und durch Drehung der Mutter mittelst Arme höher und tiefer —, durch die Druckschraube  $y$  festgestellt wird. Ein Handhebel  $h$  rückt den Antrieb aus oder ein, je nachdem dadurch die

Riemenführer  $g$  den Riemen der Transmission auf die lose Rolle  $r_1$  oder die feste  $r_2$  schiebt. — Um gleichzeitig mehrere Löcher (4—16) bohren zu können, werden mehrspindelige Bohrmaschinen (vier- bis sechzehnspindelige) konstruiert. Die Bohrspindeln stehen dann vertikal nebeneinander, sind je nach der Stellung und Entfernung der Löcher zueinander verstellbar und erhalten ihren Antrieb gewöhnlich durch endlose Schnüre oder Riemen. Die allgemeine Anordnung einer mehrspindeligen Bohrmaschine geht aus Fig. 377 hervor, welche mit 4 Bohrspindeln  $s, s, s, s$  ausgestattet ist, die in einem Rahmen  $xx$  gelagert sind und ihre Umdrehung durch Riemenscheiben  $a, b, c, d$  erhalten, die von Riemenscheiben 1, 2, 3, 4 angetrieben werden, welche auf einer vertikalen Achse sitzen. Diese Achse trägt eine Riemenscheibe  $R$ , über die mittelst Leitrollen geführt ein Riemen läuft, der die Scheibe  $V$  umspannt, welche ihrerseits von Stufenscheiben auf der Welle  $W$  gedreht wird. Die Schaltung erfolgt durch Hebung des Tisches  $T$ , der in einer Prismenführung mittelst Zahnstange und Zahnrad  $Z$  von einem Handhebel  $H$  oder Fußtritt  $T$  bewegt wird. — Hierher gehört auch die drei-, vier-, sechsfache oder spindelige<sup>1)</sup> Bohrmaschine, bei der entweder nach Art der feststehenden Bohrmaschinen um eine Säule herum verteilt und feststehend, oder nach Art der Radialbohrmaschinen über einem langen Tische drei, vier oder sechs Bohrsupporte auf einem horizontalen Querbalken verschiebbar und so angeordnet sind, daß sie einen gemeinschaftlichen Antrieb haben. — Statt den Bohrer niederzuschieben, hat man auch wohl das Arbeitsstück z. B. durch hydraulischen Druck gehoben. Mehrspindelige Bohrmaschinen werden oft in bezug auf Gestell und Antrieb dem Arbeitsstücke angepaßt, so z. B. erhalten dieselben zum Bohren von Nietlöchern in runden Dampfkesseln ein Gestell von der Form einer nach einem Kreisbogen verlaufenden Sichel, auf dem die Bohrträger entsprechend verteilt werden können, so daß die Bohrer gleichmäßig in einer Ebene zu der Kesselachse radial gestellt sind. Hierbei wird dann der Kessel auf einem Rollwagen zugeführt. — Beim Bohren in Material von ungleicher Härte kann der gewählte Vorschub leicht einen ungehörig großen Widerstand erzeugen, der zum Verdrehen, Verlaufen oder Abbrechen des Bohrers führt. Um diesem auszuweichen, sind Anordnungen erdnen, welche entweder den Vorschub nach dem Widerstande regulieren oder auch die Maschine bei einem bestimmten Widerstande zum Stillstehen bringen. Die bemerkenswerteste von allen hierbei in Anwendung gekommenen Vorrichtungen ist die unter dem Namen Druckschaltung<sup>2)</sup> bekannt geworden. Sie beruht auf dem Prinzip, die Schaltbewegung durch Reibungsräder zu vermitteln, welche durch leicht regulierbaren Federdruck angepreßt werden und infolgedessen bei Überschreitung eines bestimmten Arbeitsdruckes des Bohrers, z. B. auf harten Teilen, mehr oder weniger zu gleiten beginnen und die Schaltung bis auf den Stillstand verlangsamen.

In vielen Fällen es ist erwünscht, mit der Bohrmaschine Bohrer für Löcher von verschiedenem Durchmesser, sowie andere Werkzeug z. B. Senker Reibahlen u. dgl. in schneller Reihenfolge zur Anwendung zu bringen. Um dabei ein unausgesetztes Umspannen des Werkzeuges zu ersparen, sind die sog. Revolverbohrköpfe<sup>3)</sup> entstanden, welche aus runden Drehscheiben mit mehreren radial angebrachten Bohrspindeln zur Aufnahme dieser Werkzeuge bestehen und derart

1) Wiebe, Skizzenb. 1860, Heft 7, Taf. 4. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1894, S. 1394; 1895, S. 900. — Prakt. Masch.-Konstr. 1868, S. 236; 1885, S. 274. — Dinglers Journ. 204, 723; 256, 112; 259, 494; 279, 73. — Ztschr. f. Werkz. 1898, S. 312; 1899, S. 10. — Techn. Rundsch. 1903, S. 25, 41. — 2) Dinglers Journ. 249, 287. — 3) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, S. 1260.

mit der Bohrmaschine verbunden sind, daß durch eine Drehung dieser Scheibe das betreffende Werkzeug mit der Antriebsvorrichtung gekuppelt und an die Arbeitsstelle gerückt werden kann. Eine Ausführung dieser Art (Quint) führt

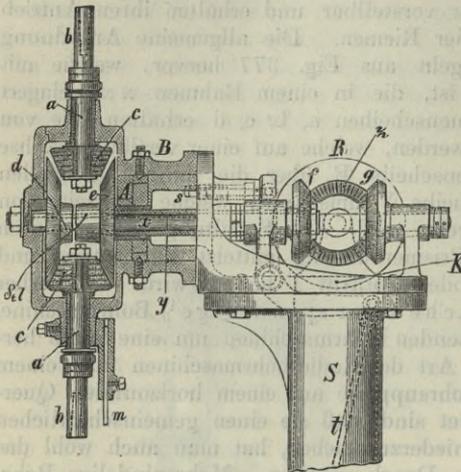


Fig. 378.

Fig. 378 vor Augen. Auf der Bohrsäule *S* befindet sich ein Kopf *K* zur Aufnahme einer rund abgedrehten, aber exzentrisch zu der Achse *x* sitzenden Büchse *A* und der Lager für die Achse *x*. Auf die Büchse *A* ist ein Gehäuse *B* gesteckt, das 6 radiale Spindeln *ab* mit Antriebskegeln *c* besitzt. Die Kegelscheibe *d* sitzt auf der Welle *x*, die Scheibe *e* auf einem Rohre *y*, das über *x* geschoben ist, so daß *d* und *e* mittelst der Kegelscheibe *f* und *g* von der Riemenscheibe *R* aus durch das Kegelrad *z* entgegengesetzt gedreht werden und die dazwischen geschobene Kegelscheibe *c* und damit die zugehörige Bohrspindel *a* *b* in Umdrehung setzen. Die exzentrische Lage von *B* bringt

es mit sich, daß nur die nach unten gerichtete Spindelscheibe *c* zwischen *e* und *d* tritt und Drehung empfängt, so daß mit dem Wenden der Revolverscheibe zugleich die Kuppelung erfolgt. Zum Festhalten des Werkzeugträgers in der Arbeitslage dient ein Stift *s*, der mittelst eines Fußtrittes durch die Stange *t* und einen Winkelhebel zurückgezogen wird, wenn die Revolverscheibe gedreht werden soll. Die Schaltbewegung erhält das Arbeitsstück durch Hebung des Aufspanntisches, der zu dem Zwecke an einer über eine Rolle laufenden, mit einem Fußtritte verbundenen Kette versehen ist. Der einstellbare Stift *m* begrenzt die Größe der Schaltbewegung.

Da das Bohren von Löchern außerordentlich oft an Arbeitsstücken vorgenommen werden muß, die unbewegbar an einer Stelle sich befinden, oder deren Gewicht den Transport zu einer feststehenden Bohrmaschine höchst unzumutbar erscheinen läßt oder deren Form und Abmessungen die Anwendung der Bohrmaschinen ausschließt oder nur umständlich gestattet, so hat sich für diese Arbeiten das System der transportablen Bohrmaschinen<sup>1)</sup> in hohem Grade um so mehr entwickelt, als die Arbeitsstücke im Maschinenbau, Brückenbau, Schiffsbau stets an Größe zunehmen und als sich dieses System auch für zahlreiche gewöhnliche Fälle eignet, z. B. zum Bohren zahlreicher Löcher an einem Arbeitsstücke mittelst Schablone. Der Bohrer befindet sich dann entweder nur in einem tragbaren Gerät, das frei mit der Hand gehalten und geführt wird, oder an einem Gestell Fig. 368, oder in einem Bügel an einem Deckengehänge, oder auf einem dreibeinigen Stativ oder auf einem fahrbaren Wagen. Der Antrieb erfolgt entweder z. B. bei Anbringung eines Deckengehanges von einer Wellentransmission mit Einschaltung einer biegsamen oder Gelenkwelle oder durch Druckluft oder durch einen Elektromotor, ebenfalls mit Hilfe einer solchen Welle oder eines Schneckengetriebes. Bei Anwendung von Druckluft verbindet man die mit Krummzapfen versehene Bohrspindel mit

1) Techn. Rundschau 1904, S. 35. — Ztschr. f. Werkz. 1902, S. 502; 1903, S. 220.

drei oder vier durch Druckluft betriebenen Kolbenmaschinen, die im Gehäuse um die Spindel herumliegen oder einem Turbinenrad. Steht elektrischer Strom zur Verfügung, so vereinfacht sich die ganze Anordnung wesentlich, wenn man die Bohrspindel unmittelbar mit der Achse des Elektromotors verbindet. Andernfalls wird auch der Elektromotor fahrbar gemacht.

Die unverkennbare Ähnlichkeit der Bohrmaschine mit einer Fräsmaschine mit vertikaler Welle macht die vielfache Verwendung derselben zum Fräsen (Bohr- und Fräsmaschine<sup>1)</sup>, sowie zum Langlochen (S. 345) erklärlich.

b) Ausbohrmaschinen [Machine à aléser, Alésoir *Boring machine*]<sup>2)</sup>. Die Ausbohrmaschinen, welche nur in der Metallverarbeitung vorkommen, haben den Zweck, bereits beim Gießen, Schmieden usw. gebildete zylindrische oder konische Löcher zu erweitern, um ihre Dimensionen auf die vorgeschriebenen Größen zu bringen, oder ihre Wandungen genau und glatt auszubilden. In diesem Fall können weder Spitzbohrer oder gar Zentrumborher Anwendung finden, sondern nur solche Bohrer, deren Schneiden in der Zylinder- oder Kegelfläche der Löcher liegen. Sind dieselben klein, so stellt man sie aus einem Stücke her, die größeren dahingegen bestehen aber stets aus mehreren Teilen, aus dem Bohrkopf (Manchon, Porte-lame, *Cutter-head, Boring wheel*) mit einzusetzenden und auszuwechselnden Bohrschneiden (Bohrmesser, Lame, Burin, *Cutter*) und der Bohrwelle (Bohrspindel, Bohrstange, Arbre, *Boring-bar, Cutter-bar*), die den Bohrkopf in Umdrehung setzt.

Je nachdem das auszubohrende Loch durch das Arbeitsstück hindurchgeht, wie bei offenen Zylindern, oder nur an einem Ende offen ist, wie bei manchen Kanonen, Flinten etc., ist die Anwendung verschieden, indem bei den Maschinen zum Ausbohren durchgehender Öffnungen (*Zylinderbohrmaschinen*) das Werkzeug fast ausnahmslos sowohl die Arbeits- als die Schaltbewegung, die erstere durch Drehung mit der Bohrwelle, die zweite durch eine Längenschiebung in der Achsenrichtung der Bohrwelle, erhält.

Der Bohrkopf für die Aufnahme der Messer ist verschieden je nach dem Durchmesser des Zylinders. Für kleine Zylinder genügt es (Fig. 379 A) den Bohrmeißel b durch ein langes Loch der Bohrwelle a zu stecken und durch einen Keil c in gehörigem Abstände von der Achse festzukeilen. Solche Anordnungen sind jedoch deshalb verwerflich, weil der eine Meißel leicht eine Durchbiegung der Welle und somit ein un rundes Loch veranlaßt, wenn nicht noch besondere Rundführungen angebracht sind, oder die Welle nicht sehr dick gemacht wird.

Zwei diametral angebrachte Bohrmeißel sind daher nicht nur wirksamer, sondern gewähren auch mehr Sicherheit für eine richtige Rundung. Solche Meißel werden entweder auf die eben beschriebene Weise durch die Welle gesteckt — wenn der Lochdurchmesser klein ist — oder in einen besonderen

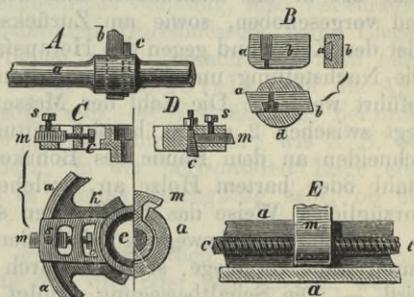


Fig. 379.

1) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1895, S. 984; 1896, S. 1261, 1334. — 2) Hart, Werkzeugmasch. S. 215. — Prakt. Masch.-Konstr. 1868, S. 117; 1884, S. 214. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1857, S. 85; 1888, S. 753; 1892, S. 1374; 1900, S. 1557; 1902, S. 1666; 1903, S. 416. — Dinglers Journ. 106, 96; 208, 2; 209, 3; 216, 477; 230, 8; 247, 64; 267, 162; 271, 251; 275, 584; 297, 128; 306, 32; 316, 395. — Ztschr. f. Werkz. 1901, S. 83.

Bohrkopf, der auf der Welle befestigt ist. Eine sehr empfehlenswerte Anordnung mit zwei Messern in einer Bohrwelle zeigt Fig. 379 B. Die zwei Messer a und b sind mit einem Schwalbenschwanz ineinander geschoben und durch einen eingesteckten Keil auf bestimmte Entfernung (Lochdurchmesser) adjustiert. So nebeneinander liegend werden sie durch das lange Loch der Welle d gesteckt und vermittelt eines Keiles derart befestigt, daß sie eine geringe Beweglichkeit behalten, wodurch das gleichmäßige Angreifen beider Schneiden gesichert und das Durchbiegen der Welle verhindert werden soll. Solche Messer können in Löchern bis zu 200 mm Durchmesser noch Verwendung finden, wo dann aber die Bohrwelle schon 100 mm Durchmesser haben muß.

Überschreitet der Lochdurchmesser diese Größe, so ist ein besonderer Bohrkopf notwendig. Derselbe besteht aus einer gewöhnlich runden, mitunter sternförmigen Scheibe aus Gußeisen, in welche die Messer radial eingeschoben und durch Keile oder Schrauben eingestellt und befestigt werden. Fig. 379 C zeigt einen Bohrkopf mit Schraubeneinstellung und Schraubenbefestigung, Fig. 379 D einen solchen mit Keileinstellung und Schraubenbefestigung. Man sieht bei m das Bohrmesser aus dem Kranze a des Kopfes K heraustreten und vorgeschoben, sowie am Zurückschieben verhindert durch die Schraube c oder den Keil c und gegen das Herausfallen durch die Druckschrauben s geschützt. Die Nachstellung und Einstellung kann hierdurch schnell und sehr genau ausgeführt werden. Die Zahl der Messer in einem Bohrkopf ist verschieden und liegt zwischen 2 und 6, beträgt mitunter aber auch 1 und 8. Zwischen den Schneiden an dem Rande des Bohrkopfes bringt man oft Führungsstücke aus Stahl oder hartem Holze an, welche genau in dem Bohrkreise liegen und in vorzüglicher Weise das Rundbohren sichern.

Die Arbeitsbewegung erhält der Kopf durch die Welle, die in der Regel durch Rädervorgelege, seltener durch Schraubenrad und Schnecke angetrieben wird. — Die Schaltbewegung erfolgt auf zweierlei Art: erstens dadurch, daß sich die Bohrwelle mit dem darauf festgekeilten Bohrkopfe in der Achsenrichtung, oder zweitens, daß sich der Bohrkopf auf der Welle und unabhängig von deren Drehung verschiebt.

Die erste Anordnung verlangt eine sehr lange Bohrwelle, da dieselbe, um an zwei Stellen gelagert werden zu können, nicht nur bei Beginn des Bohrens durch den Zylinder reichen, sondern auch noch ein gleich langes, freies Ende zum Durchschieben besitzen muß. Sie wird daher nur noch selten bei kleinen Maschinen angewendet. Zum Verschieben dient entweder eine Schraube oder eine Zahnstange, welche eine Verlängerung der Welle bildet und durch Mutter oder Trieb bewegt wird.

Bei der zweiten Methode dahingegen wird die Bohrwelle kurz (nicht länger als der Zylinder samt dem Stücke für die Lagerung und Aufnahme des Umtriebsmechanismus). Zur Hervorbringung der Achsenbewegung des Bohrkopfes wird in der Regel (Fig. 379 E) eine hohle aufgeschlitzte, oder an einer Seite tief ingenutete, also U förmige Welle a angewendet, in deren Innerem eine Schraube c liegt, welche durch einen an der Nabe des Bohrkopfes b sitzenden Zapfen m geht, der ein Muttergewinde enthält, so daß die hohle Welle die Arbeitsbewegung und die Schraube die Schaltbewegung veranlaßt, was entweder durch ein Stillhalten der Schraube oder durch eine Drehung derselben geschehen kann, deren Winkelgeschwindigkeit von derjenigen der Welle abweicht je nach der Steigung der Schraube, der relativen Bewegungsrichtung zwischen Schraube und Welle und je nach der Größe des Vorschubs, der wieder von dem Material des Arbeitsstückes, von der Anzahl der Schneiden usw. abhängt. — Wird die Schraube festgehalten, so verschiebt sich der Kopf

auf der Welle um die Ganghöhe  $h$  der Schraube. Macht die Schraube jedoch während einer Umdrehung der Welle  $n$  Umdrehungen, der Welle entgegengesetzt, so ist der Vorschub allgemein

$$s = h + n h,$$

wo  $n$  sowohl ein unechter als echter Bruch sein kann. Ist die Bewegung beider aber gleichgerichtet, so wird der Vorschub

$$s = h - n h$$

also wird allgemein

$$s = (1 \pm n) h.$$

Ist demnach z. B.  $h = 10$  mm und soll  $s = 1$  mm sein, so wird

$$1 = (1 \pm n) 10 = 10 \pm n \cdot 10.$$

folglich

$$n = \pm \frac{9}{10}.$$

Der Zylinder, welcher ausgebohrt werden soll, muß während des Bohrens durchaus fest und zentrisch zu der Bohrwelle gehalten werden. — Je nachdem derselbe übrigens in seiner späteren Verwendung eine vertikale oder horizontale Lage bekommt, ist er gewöhnlich auch stehend oder liegend auszubohren, damit die, namentlich bei großen Zylindern unvermeidliche Senkung, also Verkürzung der vertikalen und Verlängerung des horizontalen Durchmessers beim Liegen desselben schon durch das Bohren ausgeglichen wird. Danach aber muß auch die Zylinderbohrmaschine eine vertikale oder horizontale, und die Aufspannvorrichtung für den Zylinder verschieden sein. — Weil übrigens bei dickwandigen Zylindern, oder solchen von geringerem Durchmesser, wie z. B. bei den gewöhnlichen Dampfmaschinen-Zylindern, in der horizontalen Lage eine Senkung nicht zu befürchten ist, so kann es hierbei gleichgültig sein, ob sie stehend oder liegend gebohrt werden. —

Die vertikale Zylinderbohrmaschine erhält gewöhnlich als Aufspannvorrichtung eine starke gußeiserne Grundplatte mit drei oder vier Kloben, welche schraubstockartig den Flansch des Zylinders fassen. — Bei den horizontalen dahingegen ist zum Aufspannen ein Tisch vorhanden, welcher den Aufspanntischen der Hobelmaschinen ähnlich, durchbrochen oder (wenn auch selten) mit Nuten versehen ist, die zur Aufnahme von Aufspannböcken dienen, welche die Befestigung mit dem Tische vermitteln.

Letztere Aufspannböcke sind zwar verschieden angeordnet, aber stets so, daß sich das Arbeitsstück leicht zentrieren läßt. Gewöhnlich bestehen sie entweder aus zwei Schlitten, deren obere Kanten, auf welchen der Zylinder liegt, nach der Mitte des Tisches abfallen, also zwei entgegengesetzte schiefe Ebenen bilden und als Keile zur Wirkung kommen, indem sie vorwärts geschoben den Zylinder heben und rückwärts geschoben denselben senken. Zwei starke über den Zylinder gelegte Bandseile oder Ketten, welche durch Zugschrauben an den Böcken befestigt sind, legen den Zylinder dann zentrisch fest. Oft werden die Aufspannböcke von starken gußeisernen Ringen mit radial gestellten Schrauben gebildet, zwischen welchen der Zylinder eingespannt wird, und die dadurch eine Ähnlichkeit mit dem Schraubenfutter einer Drehbank haben. Auch runde, aufrecht stehende Platten mit radialen Schlitten, in welchen Kolben sich verschieben, die den Zylinder zentrisch an den Deckflanschen fassen (ähnlich den Planscheiben großer Drehbänke) werden als Aufspannböcke gebraucht. Vielfach erfolgt bei horizontalen Zylinderbohrmaschinen das Aufspannen auf Tischen, die sich mittelst Schrauben vertikal verstellen lassen.

Die in Fig. 380 und 381 in einem Längen- und einem Querschnitte dargestellte horizontale Zylinderbohrmaschine mag zur näheren Erläuterung des Vorhergehenden dienen. Die Bohrwelle  $a$  ist hohl und der Länge nach auf-

geschlitzt, so daß der Ansatz *c* des Bohrkopfes *b* in dieselbe eingeschoben werden kann. Sie findet an den zwei Stellen *dd* in Böcken *B* ihre Lagerung und ist zunächst mit einem Stirnrad *A* versehen, welches durch das Trieb *C* in Umdrehung versetzt wird. In der Bohrwelle liegt nun, unabhängig von derselben drehbar, die Schraube *ss*, mit einem langen Halse bei *f* aus dem Ende der Bohrwelle heraustretend. Hier nimmt die Schraube ein Stirnrad *f* auf, welches mit *g* in Eingriff steht. Das Stirnrad *g* endlich sitzt mit dem Rade *h* auf einer kurzen Tragachse, das nun von der Bohrwelle *s* aus durch das Rad *i* in Bewegung gesetzt wird. — Der auszubohrende Zylinder *L* wird zwischen den beiden Lagerböcken *B* mit Hilfe zweier Aufspannböcke *H* befestigt. Diese Böcke bestehen aus zwei Teilen; dem unteren Teile *M*, welcher durch die Befestigungsschrauben *uu* mit der gußeisernen Bodenplatte *PP* fest verbunden ist, und dem oberen Teile *H*, der zum Einbringen des Zylinders *L*

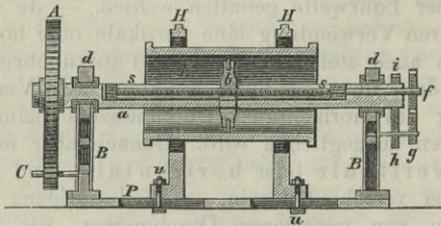


Fig. 380.

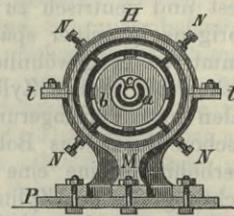


Fig. 381.

abnehmbar und mit dem unteren Teile *M* durch die Schrauben *tt* zu vereinigen ist. Durch die Wand der ringförmigen Böcke gehen sodann vier Stellschrauben *NNNN*, die den Zylinder nicht nur bequem zentrieren, sondern auch besonders gut festlegen lassen. — Um den Zylinder in die Bohrmaschine bringen zu können, muß die Bohrspindel *a* herausgenommen werden, worauf bei der Konstruktion Rücksicht zu nehmen ist.

In Fig. 382 ist eine wagrechte Zylinderbohrmaschine dargestellt, welche als eine Ausbildung der Fräsmaschine angesehen werden muß und auch als solche ebensoviel Verwendung findet. Die Bohrspindel *J* liegt in der Hohlspindel *A* und findet an ihrer Verlängerung eine weitere Stützung in dem Lager *B* des Bockes *G*. Ihre Umdrehung erfolgt durch Mitnahme mittelst Nut und Feder von der Spindel *A*, die ihre Bewegung wie eine Drehbankspindel (Fig. 385, S. 382) erhält. Das Arbeitsstück wird auf dem Tisch *T* entsprechend befestigt und durch Hebung oder Senkung des Tisches mittelst der zwei Stützschauben *SS* eingestellt. Die Schaltbewegung erhält die Bohrstange *J* durch Zahnstange und Zahnrad bei *Z* selbsttätig von einer Schnecke mit Schneckenrad mittelst einer Nebenwelle mit Riemenrollen. Soll diese Maschine als selbsttätige Fräsmaschine verwendet werden, so geht die Schaltung in leicht erkennbarer Weise nach Art der Fräsmaschine Fig. 352, S. 334 auf den Tisch *T* über.

Da die vertikalen Bohrmaschinen viel weniger gebraucht werden als die horizontalen, weil sie sowohl für die Betriebs- als Stabilitätsverhältnisse gegen die letzteren im Nachteile sind, so kann hier eine eingehende Beschreibung einer Vertikalbohrmaschine um so mehr wegfallen, als dieselben sich in den wesentlichen Teilen von den horizontalen nicht unterscheiden. Es mag nur noch dazu bemerkt werden, daß bei ihnen der Bohrkopf niemals auf der Welle festsetzt, sondern sich stets längs derselben verschiebt, wie bei der eben beschriebenen, horizontalen Zylinderbohrmaschine (Fig. 380).

Zum Ausbohren solcher konischer Löcher, die sich nach der Austrittsöffnung erweitern (z. B. in Hähnen) müssen die Bohrmeißel in Kegelflächen stehen und mindestens so lang sein, als das Loch tief ist, wenn sie nicht längs einer Linie verschoben werden, die um den halben Kegelwinkel gegen die Bohrspindel geneigt ist<sup>1)</sup>. Da mit einer solchen Verschiebung übrigens auch Höhlungen ausbohrt werden können, welche sich nach innen erweitern, so verdienen hierauf beruhende Konstruktionen alle Beachtung. In der einfachsten Form besteht eine solche aus einem schief gegen die Achse liegenden Rohre, welches an den zwei gegenüberliegenden, geneigten, parallelen Seiten geschlitzt

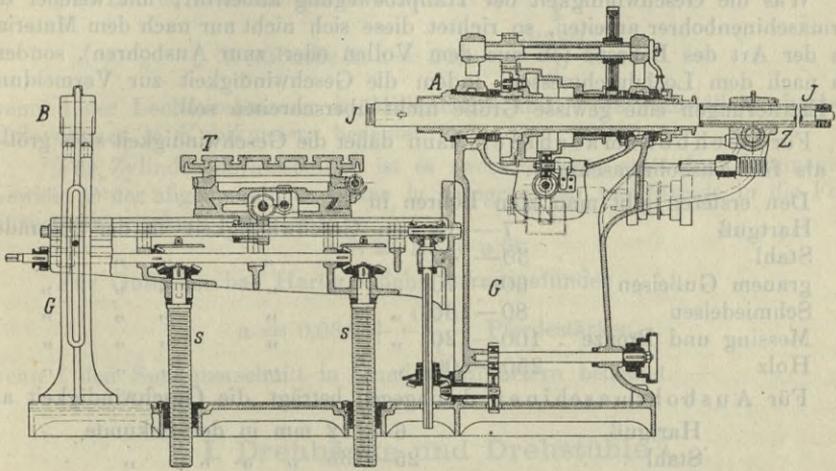


Fig. 382.

ist und einen Meißel, nach Art des Fig. 379 A dargestellten, aufnimmt, der durch die Schlitzte geht und während der Umdrehung der Bohrspindel eine Verschiebung in der Richtung der letzteren unter zwangläufiger Führung an dem Rohre erhält.

Diejenigen Ausbohrmaschinen, welche die Wandungen solcher Öffnungen bearbeiten sollen, die an einem Ende geschlossen sind, bestehen lediglich aus einer Bohrspindel, an deren freiem Ende das Bohrwerkzeug sitzt, und die mindestens so lang ist, als das auszubohrende Loch. Das Bohrwerkzeug besteht oft der sicheren Führung wegen aus einem Halbzylinder (Halbrunder Bohrer) mit zwei Schneiden, wovon stets nur die eine in einer Drehrichtung angreift, mitunter auch nur aus einem viereckigen Kloben (z. B. beim Ausbohren der Gewehrläufe, Flintenbohrmaschine)<sup>2)</sup>. Bei diesen Maschinen kommen sehr verschiedene Anordnungen sowohl bezüglich ihrer Aufstellung als der Verteilung der Haupt- und Schaltbewegung vor. Entweder hat die Bohrspindel eine vertikale oder horizontale Aufstellung, welche letztere im allgemeinen wegen ihrer größeren Stabilität den Vorzug verdient. — Sehr oft bekommt nicht nur das Arbeitsstück die Hauptbewegung, wird also um die Achse gedreht, sondern auch die Schaltbewegung z. B. bei den vertikalen Bohrmaschinen dadurch, daß die Bohrspindel, vertikal mit dem Bohrer nach oben still steht und daß das Arbeitsstück (Kanone) sich dreht und senkt. (Hierbei

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1869, S. 85. — Dinglers Journ. 193, 10; 213, 459. —

<sup>2)</sup> Dinglers Journ. 288, 145.

entsteht der Vorteil, daß die Späne sich ohne weiteres aus dem Bohrloche entfernen.) Bei den horizontalen Ausbohrmaschinen dieser Art erhält gewöhnlich der Bohrer die Hauptbewegung und das Arbeitsstück die Schaltbewegung, indem letzteres auf einem Schlitten liegend dem Bohrer durch die Hand vermittelt eines Hebels, oder selbsttätig durch ein Gewicht, eine Schraube, oder eine Zahnstange mit Trieb zugeführt wird. — Um horizontale Ausbohrmaschine für zahlreiche Arbeiten geschickt zu machen, versieht man sie oft zwischen den Lagerböcken mit drehbaren Aufspanntischen nach Art der Stoßmaschinen (Fig. 318 S. 398).

Was die Geschwindigkeit der Hauptbewegung anbetrifft, mit welcher die Bohrmaschinenbohrer arbeiten, so richtet diese sich nicht nur nach dem Material, nach der Art des Bohrens (ob aus dem Vollen oder zum Ausbohren), sondern auch nach dem Lochdurchmesser, indem die Geschwindigkeit zur Vermeidung von Erzitterungen eine gewisse Größe nicht überschreiten soll. —

Für Lochbohrmaschinen kann daher die Geschwindigkeit stets größer sein als für Ausbohrmaschinen.

Den ersten gibt man zum Bohren in

Hartguß	7—14 mm	Geschwindigkeit in der Sekunde				
Stahl	30—40	„	„	„	„	„
grauem Gußeisen	60—70	„	„	„	„	„
Schmiedeeisen	80—160	„	„	„	„	„
Messing und Bronze	100—120	„	„	„	„	„
Holz	250—500	„	„	„	„	„

Für Ausbohrmaschinen dahingegen beträgt die Geschwindigkeit auf

Hartguß	6—12 mm	in der Sekunde				
Stahl	25—35	„	„	„	„	„
Gußeisen	50—60	„	„	„	„	„
Schmiedeeisen	60—70	„	„	„	„	„
Messing und Bronze	90—120	„	„	„	„	„

Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß die Holzbohrer, wenn sie sehr scharfschneidig sind und die Späne gut auswerfen, in welchem Holze wohl 1000—5000 mm Geschwindigkeit besitzen.

Die Größe der Schaltbewegung, welche also bei den Bohrmaschinen einen stetigen Vorschub veranlaßt, richtet sich namentlich nach dem Material, dann aber auch nach der Gattung des Bohrers. — Beim Bohren aus dem Vollen auf Metall beträgt der Vorschub durchschnittlich 0,1 bis 0,5 mm für eine Umdrehung des Bohrers, bei Holz etwa 0,25 bis 1,0 mm. Beim Ausbohren kann man dahingegen die Vorschubgeschwindigkeit zu 0,25 bis 1,0 mm oder gleich  $\frac{1}{2500}$  der Peripheriegeschwindigkeit nehmen.

Der Arbeitsverbrauch  $N$  der Bohrmaschinen in Pferdestärken setzt sich ebenfalls aus der Leergangarbeit  $N_1$  und der Arbeitsgangarbeit  $N_2$  zusammen, indem stattfindet

$$N = N_1 + N_2.$$

Die Arbeit nach  $N_2$  ist nach Hartig proportional dem Volumen  $V$  der (stündlich) abgehobenen Späne und dem spezifischen Arbeitswerte  $\alpha$ , der den Betrag an Arbeit in der Stunde bedeutet. Sonach ist die allgemeine Formel

$$N = N_1 + \alpha V.$$

Nun ist ferner, nach Hartig, bei Metall-Vollbohrmaschinen unter Anwendung eines Spitzbohrers für

$$\text{Gußeisen } \alpha = 0,001 + \frac{0,001}{d}$$

$$\text{Schmiedeeisen } \alpha = 0,001 + \frac{0,040}{d}$$

wenn  $d$  den Lochdurchmesser in Millimetern darstellt und  $V$  nach Kubikzentimetern bestimmt wird.

$$\text{Für Bohren in Fichtenholz ist } \alpha = 7,6 + \frac{1000}{d}$$

$$\text{Für Bohren in Erlenholz ist } \alpha = 28,8 + \frac{2170}{4},$$

$$\text{„ „ „ Weißbuche ist } \alpha = 21,0 + \frac{2280}{d},$$

wenn  $d$  der Lochdurchmesser in Millimetern und  $V$  das stündlich abgebohrte Holzvolumen in Kubikmetern bedeutet.

Für Zylinderbohrmaschinen ist es zweckmäßiger, statt des Volumens das Gewicht  $\mathcal{G}$  der abgenommenen Späne in Kilogrammen und Stunde in die Formel einzusetzen, weshalb dann wird

$$N = N_1 + \alpha \mathcal{G}.$$

Für Gußeisen hat Hartig sodann herausgefunden

$$\alpha = 0,034 + \frac{0,13}{f} \text{ Pferdestärken,}$$

wenn  $f$  den Spanquerschnitt in Quadratmillimetern bedeutet. —

## I. Drehbänke und Drehstühle<sup>1)</sup>.

Bei näherer Betrachtung der in den vorstehenden Kapiteln erörterten Werkzeuge, Werkzeugmaschinen und Arbeitsprozesse ist bald zu erkennen, daß dieselben nur in einem sehr geringen Grade geeignet sind, diejenigen Formen zu erzeugen, welche Rotations- oder Drehkörpern angehören und gewöhnlich rund genannt werden. — Durch Gießen, Walzen, Ziehen, Pressen, Gesenkschmieden und Hobeln kann zwar die Ausbildung der Rotationskörper in beschränkter Weise stattfinden. Zunächst ist aber das Gießen auf eine geringe Anzahl von Metallen beschränkt, das Walzen, Ziehen, Pressen kann allein angewendet werden bei den dehnbaren Metallen und zur Erzeugung einfacher Formen (Rundstäbe, Draht); ebenso ist das Gesenkschmieden zur Hervorbringung von Rotationskörpern mit krummer Erzeugungslinie geeignet, wenn keine Unterschneidungen daran vorkommen. Das Hobeln allein dehnt sich in seiner Anwendung zwar auf sämtliche Materialien (Metalle und Holz) aus, aber das Produkt desselben kann nur aus Rotationskörpern mit gerader Erzeugungslinie bestehen (Zylinder, Kegel usw.). Nur das Rundfräsen gestattet mit Genauigkeit die Herstellung von Drehkörpern ohne Unterschneidungen (S. 333).

<sup>1)</sup> Neumann, Metalldreherei, 4. Aufl. Weimar 1882. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1869, S. 39, 120, 187, 507; 1889, S. 779; 1891, S. 1315; 1893, S. 419, 1380; 1895, S. 1097; 1896, S. 1339; 1897, S. 827, 992, 1021; 1898, S. 167; 1900, S. 1051; 1902, S. 22, 213, 1256; 1903, S. 23, 35, 123, 238. — Prakt. Masch.-Konstr. 1868, S. 37 u. 279; 1886, S. 295; 1889, S. 10; 1891, S. 117; 1892, S. 108; 1894, S. 173; 1895, S. 8. — Dinglers Journ. 260, 365; 266, 394; 273, 529; 279, 122; 283, 141; 284, 6; 285, 158; 288, S. 33; 294, 57, 81; 299, 149; 306, 124; 309, 55. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 384; 1898, S. 131; 1899, S. 3; 1901, S. 357; 1904, S. 501.

Ganz abgesehen nun davon, daß die oben erwähnten Methoden zur Herstellung von Rotationskörpern an und für sich höchst unzureichend sind, weil zahllose Gegenstände dieser Art dadurch nicht hervorgebracht werden können, so erfordert außerdem fast jeder nach ihnen hergestellte Rotationskörper — teils um denselben auf genau erforderliche Dimensionen zu bringen, teils um die z. B. vom Gießen, Schmieden usw. herrührenden, rauhen und unsauberen Oberflächen glatt und sauber zu machen, — eine Nacharbeit, welche ebenfalls besondere Werkzeuge und Mittel fordert, da sie mit den beschriebenen noch viel weniger ausgeführt werden kann.

Das Mittel, Rotationskörper mit Hilfe schneidender Werkzeuge hervorzubringen, besteht einfach darin: von einem mehr oder weniger vorgebildeten Arbeitsstücke dasjenige Material durch Abschälen zu entfernen, welches die herzustellende Form einhüllt. Das Mittel ist demnach für jedes Material und alle Formen anwendbar, wenn zwischen der Achse des Rotationskörpers und der Bewegung des schneidenden Werkzeuges diejenige Beziehung hergestellt werden kann, welche gestattet, daß das Werkzeug im Laufe der Arbeit alle Punkte der Oberfläche des Arbeitsstückes berührt.

Eine solche Berührung läßt sich auf viererlei Weise herbeiführen.

Erstens. Das Arbeitsstück, welches die Gestalt eines Rotationskörpers erhalten soll, wird um eine festgelegte Achse in Umdrehung gesetzt, und das auf Schnitt gestellte Werkzeug in der vorschriftsmäßigen, festen oder veränderlichen Entfernung von dieser Achse nach der zur Erzeugung des Rotationskörpers erforderlichen Leitlinie geführt: „Es erhält dann das Arbeitsstück die Hauptbewegung und das Werkzeug die und Schaltbewegung“.

Zweitens. Das Werkzeug kann um die Achse des festliegenden Arbeitsstückes herum- und längs derselben nach der Leitlinie hingeführt werden: „In diesem Fall erhält das Werkzeug Haupt- Schaltbewegung“.

Drittens. Das Werkzeug wird im Kreise um die Achse des Arbeitsstückes herumgeführt und das Arbeitsstück in der Achsenrichtung verschoben: „Das Werkzeug erhält die Haupt- und das Arbeitsstück die Schaltbewegung“.

Viertens. Das Werkzeug liegt still, das Arbeitsstück dreht sich an der Werkzeugschneide vorbei und rückt in der Achsenrichtung vor: „Das Arbeitsstück erhält Haupt- und Schaltbewegung“.

Wenn auch sämtliche vier Bewegungsbeziehungen zwischen Werkzeug und Arbeitsstück in Wirklichkeit für einzelne Zwecke Anwendung finden, so ist doch der erste Fall der allgemeinste, weil derselbe mit den verhältnismäßig einfachsten Mitteln in erschöpfender Weise die in Rede stehende Aufgabe löst, während die drei anderen Fälle zwar für besondere Zwecke zu sehr einfachen, für eine allgemeine Verwendung aber zu sehr komplizierten Konstruktionen führen. — Es mag daher hier zunächst der erste Fall einer ausführlichen Darlegung unterworfen werden.

Das Arbeitsstück soll die Arbeitsbewegung (Drehung), das Werkzeug die Schaltbewegung erhalten. Also findet während der Drehung des Arbeitsstückes die damit vorzunehmende Formänderung oder Formausbildung statt: deshalb heißt die ganze Operation das Drehen (Drechseln, Tourner, *Turning*).

Je nach der Bewegung des Werkzeuges zu der Achse des Drehkörpers und nach seiner Lage zu dem Körper ist aber der Erfolg des Drehens und die Benennung des Vorganges verschieden.

Bewegt sich das Werkzeug an der Außenfläche des Arbeitsstückes in der Achsenrichtung desselben, wenn auch nicht damit parallel, so wird der

Vorgang das Abdrehen oder Runddrehen genannt (Zylinder, Kegel, Kugel etc.).

Bewegt sich das Werkzeug dahingegen in derselben Richtung, aber an der Innenfläche eines Hohlkörpers, um eine Höhlung auszuarbeiten, so heißt die Operation das Ausdrehen.

Bewegt sich das Werkzeug aber in einer Ebene, die rechtwinklig zur Arbeitsachse steht, so wird an der Endfläche des Arbeitsstückes eine Ebene gebildet, weshalb man diesen Vorgang mit Plandrehen bezeichnet.

Ist endlich die Bewegung zwischen Werkzeug und Arbeitsstück in der Art angeordnet, daß sich während einer Umdrehung des letzteren der Abstand des Werkzeuges von der Drehachse ändert, so muß die Querschnittsgrenzlinie von der Kreislinie abweichen. Für diesen Vorgang ist die allgemeine Benennung Passigdrehen eingeführt.

Die Vorrichtung, welche alle diejenigen Teile zusammenfaßt, die zur Hervorbringung der zum Drehen erforderlichen Bewegungen dienen, hat im allgemeinen den Namen Drehbank (Drechselbank, Tour, *Lathe*, *Turning-lathe*) erhalten. Für die kleinen Arbeiten, des Uhrmachers etc., gewinnt dieselbe eine einfachere Form und heißt dann Drehstuhl. — Ein veraltetes Gerät ist die nur noch bei Holzdrechseln selten vorkommende Wippe.

An der Drehbank sind wesentlich zwei entweder für sich bestehende oder miteinander verbundene, also voneinander abhängig gemachte Organe notwendig: das eine zur Bewegung des Arbeitsstückes, das andere zur Bewegung des Werkzeuges.

Das Arbeitsstück muß insofern stets eine zwangsläufige Bewegung ausführen, als es erforderlich ist, seine geometrische Achse mit der Drehachse zusammenfallen zu lassen, weil nur unter dieser Voraussetzung das Arbeitsstück, in Drehung versetzt, rundläuft. Zunächst liegt also die Aufgabe vor, die Achse des Körpers festzulegen und dann die Drehung um diese Achse zu bewerkstelligen.

Das Festlegen und Anzeichnen der Achse geschieht dadurch, daß man an den Endflächen des Arbeitsstückes die Endpunkte der Achse mit Hilfe der S. 75 beschriebenen Werkzeuge bestimmt und dann an diesen Stellen durch Einschlagen eines Körners oder durch Einbohren konische Grübchen herstellt, deren Spitzen die Endpunkte der Achse bilden. Diese Vorbereitung heißt Zentrieren (Körnen, Centrer, *Centreing*) und wird bei schweren und großen Arbeitsstücken durch mechanische Vorrichtungen [*Zentriermaschine*, *Machine à centrer*, *Centreing machine*<sup>1)</sup>] bewerkstelligt.

Mit solchen konischen Vertiefungen kann nun das Arbeitsstück nicht nur leicht in bezug auf seine geometrische Achse festgelegt, sondern auch getragen und um diese Achse in zwangsläufige Drehung gesetzt werden. Zu dem Zwecke ist nur erforderlich, das Arbeitsstück mit diesen Grübchen auf konische Körper zu schieben, welche gehörig tragfähig sind, und sodann mit einem Organ in Verbindung zu bringen, das die Drehung herbeiführt. — Liegen die Tragspitzen hierbei unwandelbar fest, so bieten sie offenbar auch die größte Gewähr für die Unwandelbarkeit der Drehachse, also auch für das vollkommene Rundlaufen des Arbeitsstückes, aus welchem Grunde diese Anordnung der toten oder festen Spitzen (*Pointes fixes*, *Pointes mortes*, *Dead centers*) in allen den Fällen zweckmäßig Anwendung findet, wo es sich um die größte Vollkommenheit der Arbeit handelt. — Daß in dem Fall, wo das Arbeitsstück an beiden

1) Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 82 u. 261; 1873, S. 276. — Dinglers Journ. 245, 140; 262, 110; 268, 409; 271, 230; 280, 8; 284, 463; 286, 177. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 87, 321; 1899, S. 109; 1903, S. 112.

Enden statt der Grübchen Spitzen hat und mit diesen Spitzen in entsprechende Grübchen geschoben wird, sich im Prinzip nichts ändert, bedarf nur der Andeutung.

Mancherlei Rücksichten auf die Beschaffenheit des Arbeitsstückes, auf sein Gewicht, auf die Umständlichkeit dasselbe zwischen festen Spitzen in Umdrehung zu bringen usw., haben es zweckmäßig erscheinen lassen, in den meisten Fällen nur die eine Spitze festzulegen und die andere mit einer sich drehenden Achse in Verbindung zu setzen, welche bei ihrer Drehung das Arbeitsstück mitnimmt. Diese drehende Achse der Drehbank bildet die Drehbankspindel (Laufspindel, Spindel, Arbre, *Mandril*), während die mit Spitzen überhaupt versehene Drehbank Spitzendrehbank (Tour à pointes, *Center lathe*) heißt. — Noch andere Zweckmäßigkeitsgründe endlich haben dazu geführt, die Spitze an der Spindel ganz wegzulassen und nur die zweite feste Spitze beizubehalten oder endlich sogar beide Spitzen zu beseitigen. Je weiter man sich aber in dieser Beziehung von der Anordnung der festen Spitzen entfernt, um so unsicherer wird die Festlegung und Beibehaltung der Drehachse und um so weniger wird die Drehbank zu genauer Arbeit geeignet. — Danach hat man zunächst zwei Gattungen von Drehbänken zu unterscheiden: Drehbank ohne Spindel und Drehbank mit Spindel.

Das Werkzeug (Outil à tourner, *Turning tool*), welches auf der Drehbank zur Verwendung kommt [Drehstahl<sup>1)</sup>, Drehmeißel, Dreheisen, Drehröhre] ist zunächst nach den allgemeinen Regeln, welche S. 236 etc. abgeleitet sind, zu konstruieren, also mit Zuschärfungswinkeln auszustatten und unter Anstellungswinkeln an das Arbeitsstück zu setzen, welche der jedesmaligen Beschaffenheit des Arbeitsmaterials usw. entsprechen. Zum Gebrauch auf Metall ist der Zuschärfungswinkel gewöhnlich 60 bis 70 Grad, geht aber bis 40 Grad herunter und bis 90 hinauf. Der Anstellungswinkel hat hier gewöhnlich eine Größe von 3—4 Grad, steigt aber auch auf 15. Die zweckmäßigste Größe bezüglich des Kraftverbrauches soll sein:

für Schmiedeeisen ein Zuschärfungswinkel von  $51^{\circ}$  und ein Anstellungswinkel von  $3^{\circ}$ ,

für Gußeisen ein Zuschärfungswinkel von  $51^{\circ}$  und ein Anstellungswinkel von  $4^{\circ}$ ,

für Bronze ein Zuschärfungswinkel von  $66^{\circ}$  und ein Anstellungswinkel von  $3^{\circ}$ ,

da bei diesen Winkeln der Verbrauch an Arbeit für das Abheben einer Gewichtseinheit Späne am kleinsten wird. Andererseits sollen aber diese Winkel das Werkzeug zu sehr abnutzen, so daß es sich auch hier empfiehlt, einen reduzierten Winkel S. 244 anzuwenden. — Zum Abdrehen eines Holzstückes ist der Zuschärfungswinkel sehr klein (20 bis 30 Grad) und der Anstellungswinkel sehr groß (15 bis 20 Grad).

Höchst mannigfaltig ist jedoch der Drehmeißel in seiner Form, um für die große Verschiedenheit der Aufgaben geeignet zu sein, welche der Drehbank zufallen. — Die gewöhnlichsten und am häufigsten gebrauchten Drehstähle sind der Schrotstahl, der Spitzstahl und der Schlichtstahl.

Der Schrotstahl (Gouge, *Round tool*) des Metallarbeiters ist ein Meißel mit runder bogenförmiger Schneide, wie aus Fig. 282 C S. 245 zu erkennen ist. — Der Spitzstahl (Grain d'orge, *Point tool*) auf Metall ist bezüglich

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1865, S. 622; 1866, S. 197; 1877, S. 411; 1891, S. 1241, 1419; 1892, S. 1285. — Dinglers Journ. 187, 285; 188, 289; 193, 444; 194, 192; 231, 414; 261, 457; 267, 251; 268, 187; 318, 457.

seiner Schneide so beschaffen, wie Fig. 282 B S. 245 zeigt, da er eine durch drei Seiten gebildete Spitze besitzt. — Der Schlichtstahl (Burin droit, *Flat tool*) dahingegen hat eine geradlinige 2—12 mm und mehr breite Schneide. — Diese drei Meißel werden von dem Metallarbeiter in einer gewissen Reihenfolge angewendet, so daß der Schrotstahl zum Abnehmen grober Späne, der Spitzstahl zu Abnehmen feinerer Späne namentlich aus Furchen usw., der Schlichtstahl zum Abglätten (Schlichten) dient. [In einigen Fällen sind zum Abnehmen sehr feiner Späne Diamanten in Gebrauch<sup>1</sup>.] — Für den Gebrauch aus freier Hand sind diese Stähle, welche für kleine Arbeiten sehr bequem und zweckmäßig durch die S. 265 dargestellten verschiedenen Grabstichel ersetzt werden, in Hefte gefaßt, welche das Halten in der Hand längere Zeit ohne Ermüdung zulassen, wie bei den später zu erwähnenden Feilenheften. Oft jedoch, und besonders beim Arbeiten auf hartem Metalle oder zum Abnehmen starker Späne sind die Drehmeißel hakenartig aufgebogen und mit 600 mm langen Heften versehen, welche der Arbeiter der sicheren Führung wegen unter den Arm schiebt oder auf die Schulter legt (Drehhaken, Crochet, *Heel-tool*, *Hook-tool*). Je nach der Form der Schneide unterscheidet man auch hier Schrothaken, Spitzhaken und Schlichthaken. Zum Ausdrehen hohler Gegenstände müssen die Schneiden der Stähle seitwärts angebracht werden, was dadurch geschieht, daß man die gewöhnlichen Drehstähle an dem Ende, wo die Schneiden sitzen, kurz rechtwinklig abbiegt. Sie erhalten auf diese Weise ein hakenförmiges Ansehen und daher den Namen Hakenstahl (*Mouchette*, *Hook*, *Hook tool*). Je nachdem der Haken beim Gebrauch des Stahles links oder rechts liegt, unterscheidet man linke und rechte Hakenstähle. Die Schneiden sind dann, wie die des Schrot-, Spitz- und Schlichtstahles bogenförmig, spitz- oder geradlinig. — Wenn der Drehstahl eine lange Schneide an der Seite hat, die fast parallel mit dem Hefte geht (dem Hefte zu steht sie etwas weiter von der Achse ab), so eignet er sich besonders zum Glattausdrehen tiefer Löcher und heißt daher Ausdrehstahl (*Ciseau de côté*, *Inside-tool*, *Side-tool*). Ist die seitwärts stehende Schneide bogenförmig oder sichelförmig, so entsteht der Halbmondstahl (*Croissant*). Ausdrehstahl und Halbmondstahl kommen sowohl links als rechts vor.

Der Holzarbeiter gebraucht zur Bearbeitung des Holzes Stähle, welche mit den obigen dieselbe Benennung führen und auch dieselbe Beschaffenheit haben, nur mit dem Unterschiede, daß die Schneiden stets messer- oder meißelartig zugeschärft sind. Deshalb ist auch der Schrotmeißel rinnenartig hohl (Röhre, Hohlmeißel, *Gouge*, *Gouge*, *Turning gouge*) oder aus einem Stahlrohre angefertigt, und der Schlichtmeißel (Meißel, Drehmeißel, *Ciseau*, *C. à planer*, *Plane*, *Chisel*, *Turning chisel*) wie das Balleisen, also scharfschneidig beschaffen, wie bereits S. 267 Fig. 305 D, E, G erwähnt ist, wo auch die Gestalt der Hefte angegeben wurde.

Werden die Drehwerkzeuge nicht mit der Hand gehalten, so erfolgt ihre Befestigung stets in einem Werkzeugträger, weshalb sie in diesem Fall kein Heft bekommen, sondern nur viereckige Stahlstangen bilden, an welchen die Schneiden in der Gestalt eines kurzen Schnabels (Fig. 282 B, C S. 245) angeschmiedet und zugeschliffen sind. Um ohne Verbiegen den gehörigen Widerstand leisten zu können, erhalten sie eine Dicke von 10 bis 60 mm. — Zur Ersparung von Stahl bedient man sich auch wohl besonderer Werkzeughalter<sup>2</sup>) die aus einer entsprechend starken Stange mit einem Kopfe zum Einspannen kurzer Werkzeuge mittelst Klemmen oder Druckschrauben bestehen

<sup>1</sup>) Dinglers Journ. 160, 314; 198, 368. — <sup>2</sup>) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1890, S. 990. — Dinglers Journ. 231, 14; 233, 29; 268, 187; 273, 96; 279, 76; 289, 282.

und in dem Werkzeugträger befestigt werden. Bemerkenswert ist dabei der Vorschlag, die Stähle nach Kreisbögen zu biegen, weil sie in dieser Gestalt durch einfaches Anschleifen an der Stirnfläche unter dem Zuschärfungswinkel die richtige und stets gleich bleibende Schneide auch dann erhalten, wenn sie im Gesenke profiliert geschmiedet sind (S. 280). —

Das Werkzeug muß selbstverständlich Bewegungen annehmen, deren Gesetze von der Beschaffenheit der Arbeitsfläche herzuleiten sind, und die daher sehr mannigfaltig ausfallen. Da aber diese Bewegungen in einer Ebene stattfinden, so können sie, auch wenn sie noch so verwickelt scheinen, stets aus zwei zusammengesetzt werden: aus einer, welche parallel und einer zweiten, welche normal zur Arbeitsachse steht. Entweder wird dann das Werkzeug von dem Arbeiter frei geführt, während es nur auf einem Festpunkte (Auflage, Support, *Rest*) liegt, oder mit Hilfe eines Werkzeugträgers (Support, feste Auflage, Support fixe, *Slide-rest*, *Sliding-rest*) zwangläufig bewegt, der sodann wieder entweder durch die Arbeiterhand, oder durch eine machinale Vorrichtung, also selbsttätig die Verschiebung des Werkzeuges veranlaßt. Dadurch entsteht der Unterschied zwischen Handdrehbank, Handsupportdrehbank und Supportdrehbank.

Je nachdem nun eine Drehbank mit Spindel oder mit festen Spitzen, mit einer Auflage oder einem Supporte in Verbindung gebracht wird, entstehen wieder mehrere Anordnungen, deren wichtigste im folgenden behandelt werden.

Spindeldrehbank mit Auflage oder Support. Die Spindeldrehbank mit Auflage oder Support ist unter den Drehbänken deshalb die wichtigste und gewöhnlichste, weil sie sich zu sämtlichen Dreharbeiten sowohl in Holz als Metall vorzüglich eignet, um so mehr, da sie auch leicht für die genauesten Arbeiten in eine Drehbank mit toten Spitzen verwandelt werden kann.

Ihre wichtigsten Teile sind die Spindel mit der Vorrichtung zum Antriebe und zum Festhalten des Arbeitsstückes, die Auflage zur Unterstützung des Werkzeuges und das Gestell zur Aufnahme, Unterbringung und Vereinigung dieser Teile.

Die Spindel<sup>1)</sup> ist eine kurze massive oder hohle Welle aus Schmiedeisen oder Stahl, welche zur Aufnahme des Arbeitsstückes geschickt eingerichtet und dann so gelagert sein muß, daß sie genau rundläuft. Letzterer Bedingung kann auf verschiedene Weise genügt werden. Gewöhnlich ist die Spindel mit zwei zylindrischen oder konischen Halszapfen versehen, welche in entsprechenden Halslagern liegen, die in denjenigen kurzen Lagerböcken sich befinden, welche die Spindeldocken (*Docken*, *Poupées*, *Puppets*) genannt werden. In früherer Zeit wurden diese Docken einzeln hergestellt und je nach der Lage Vorder- und Hinterdocke genannt, nämlich so, daß diejenige Docke, welche das vordere Ende der Spindel, an dem das Arbeitsstück sitzt, trägt, die Vorderdocke, die andere die Hinterdocke heißt. Diese Benennung ist übrigens auch beibehalten, nachdem, wie jetzt fast immer geschieht, beide Docken aus einem Stücke (Spindelkasten, Spindelstock, *Poupée fixe*, *Head-stock*, *Mandril-stock*) gebildet werden.

Da bei Holzdrehbänken wegen der Veränderlichkeit des Arbeitsmaterials eine sehr große Genauigkeit der Arbeit ganz unnütz ist, so werden auch die Docken oft aus Holz und nur die Lager aus Weißguß (S. 32) angefertigt. —

1) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1884, S. 430. — Civiling. 1885, S. 25. — Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 112; 1873, S. 173; 1883, S. 73. — Dingers Journ. 213, 454; 219, 394; 228, 396; 244, 192; 265, 175; 284, 9; 288, 9.

In der Regel jedoch bestehen sie aus Gußeisen mit genau eingepaßten Lagern. Die Lager, mit Schalen aus Lagermetall, oder bei sehr genau laufenden Spindeln aus Stahl, sind wie die Spindelzapfen entweder zylindrisch oder konisch — in welchem letzteren Fall ein Nachstellen erleichtert wird — und stets auf das genaueste montiert, so daß die Spindelachse nicht nur mit der geometrischen (Drehachse) zusammenfällt, sondern auch vollkommen horizontal liegt. Bei kleinen Drehbänken wird das Lager der Hinterdocke oft durch eine Spitze ersetzt, welche an einer durch die Docke gehenden Schraube sitzt und in eine genau zentrisch angebrachte, konische Vertiefung der Spindel eintritt. Durch diese Einrichtung wird zwar ein sehr genaues Rundlaufen der Spindel hervorgebracht, — weshalb sie für genaue Arbeit besonders geeignet ist, — sie ist aber nur für solche leichte Arbeitsstücke anwendbar, die das vordere Spindelende nicht so stark niederdrücken, daß der Spitzzapfen zu schnell einseitig abgenutzt wird. — Außer dem Gewichte des Arbeitsstückes wirkt auf die Spindel noch der Druck ein, den die zweite Führungsspitze in achsialer und das Drehwerkzeug in radialer Richtung hervorbringt. Infolge dieser Drücke erfahren die Lagerschalen eine bedeutende und einseitige Abnutzung, so daß sich nicht nur eine Veränderung in der Höhenlage, sondern auch in der Achsenrichtung einstellt. Um diesem Übelstande zu begegnen, gibt man zweckmäßig den Zapfen die Form von Kegeln, deren Spitzen nach der Hinterdocke gerichtet sind und hebt den Achsdruck durch eine Stütze auf, welche sich gegen das Hinterende der Spindel stemmt.

Um die Spindel zur Aufnahme des Arbeitsstückes geeignet zu machen, genügt es fast in allen Fällen, dieselbe aus der Vorderdocke, bei kleinen und mittleren Drehbänken um 25 bis 50, bei großen um 100 bis 300 mm, vorstehen zu lassen und diesen Vorsprung auswendig und inwendig mit einem Schraubengewinde zu versehen, welches die später zu erwähnenden Vermittlungsstücke (Futter etc.) aufnimmt.

Der Antrieb der Spindel erfolgt, je nachdem die Drehbank durch den Fuß des Arbeiters oder durch Elementarkraft bewegt wird, durch Schnurrollen, Riemenscheiben oder Zahnräder (Vorgelege), welche zwischen den beiden Lagern auf der Spindel sitzen.

Bei der Bewegung der Spindel vermittelt eines Fußtrittes<sup>1)</sup> (Fußdrehbank, *Tour au pied*, *Foot-lathe*) kommt es darauf an, die ursprüngliche Hebelbewegung in eine drehende umzusetzen und zwar so, daß die Spindel gewöhnlich eine bedeutend größere Anzahl von Umdrehungen macht, als der Arbeiter Hebelbewegungen. Diese Bewegungs-Umsetzung geschieht durch Zugstange und Kurbel oder Krummzapfen. Auf einer Kurbelwelle sitzt zu dem Zwecke ein größeres schweres Rad (*Roue*, *Fly-wheel*) aus Holz oder Gußeisen, welches auf der Peripherie Schnurrinnen zur Aufnahme einer Schnur ohne Ende besitzt, die über ein ähnliches nur bedeutend kleineres Rad (Schnurwirtel, *Poulie*, *Pulley*, *Rigger*) läuft, das auf der Spindel befestigt ist. Um dabei das Übersetzungsverhältnis verändern und die Spindelgeschwindigkeit der jedesmaligen Arbeit anpassen zu können, ist sowohl das treibende als das getriebene Rad mit mehreren (2 bis 6) Rinnen versehen, welche verschiedene Durchmesser haben und so angeordnet sind, daß die größte Rinne des einen mit der kleinsten des anderen Rades korrespondiert. Eine zweckmäßige Abstufung dieser Durchmesser ist 10 mm, so zwar, daß die Durchmesser eines Schnurwirtels mit 6 Schnurläufen von 75 auf 85, 95, 105, 115 und 125 mm zunehmen und die Durchmesser des Triebrades von 640 auf 630, 620, 610, 600

<sup>1)</sup> Dinglers Journ. 230, 185; 279, 145.

und 590 mm abnehmen, so daß sich die Umdrehzahl der Spindel für jeden Fußtritt auf etwa 4 bis 8 stellt.

Die Kurbelwelle mit dem darauf sitzenden, zugleich als Schwungrad dienenden Treibrade ist gewöhnlich unter der Spindel in dem Gestelle der Drehbank (— in einigen seltenen Fällen liegt sie auch über der Spindel unter der Decke des Arbeitsraumes —) gelagert und zwar der leichten Beweglichkeit halber zwischen Spitzen, die zum Nachstellen eingerichtet sind. — Ebenso ist sehr oft die Achse des Fußtrittes zwischen Spitzen, mitunter auch in Pfannen gelagert. Bei der Anordnung des Fußtrittes ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß der Arbeiterfuß am bequemsten tritt, wenn der Hub etwa 70—80 mm beträgt. — Da der Arbeiter an der Drehbank nur beim Niedertreten, also während der halben Kurbelumdrehung wirken kann, so ist zur Ausgleichung der Bewegung ein Schwungrad erforderlich, das am bequemsten durch ein schweres Treibrad gewonnen wird. — Für den Betrieb schwerer Drehbänke benutzt man auch wohl ein besonders aufgestelltes Schwungrad, welches von 1 oder 2 Arbeitern, mitunter von einem Göpel gedreht wird. Die Regel in solchen Fällen ist aber die Benutzung von Elementarkraft, die bei schnell laufenden Drehbänken durch Riemen- und Stufenscheiben, bei langsam gehenden durch Riemen-Stufenscheiben und Räderwerk (Vorgelege) die Spindel treibt (Elementar-Drehbänke). Die Riemenscheiben erhalten dabei je nach dem verlangten Geschwindigkeitswechsel 4 bis 5, selten 3 oder 6 Stufen, deren Durchmesserzunahme bei kleinen Scheiben von 100 mm Durchmesser aufwärts 50 mm, bei größeren 100 mm beträgt, also etwa:

bei kleinen 100, 150, 200, 250, bei mittleren 360, 460, 560, 660, 760 und bei großen 400, 500, 600, 700, 800 mm.

Dabei erhält der Regel nach das Deckenvorgelege dieselben Stufenscheiben in umgekehrter Anordnung.

Das Rädervorgelege ist gewöhnlich so angeordnet, daß damit Übersetzungen von  $\frac{8}{1}$ ,  $\frac{9}{1}$ ,  $\frac{10}{1}$ ,  $\frac{11}{1}$ ,  $\frac{12}{1}$  und  $\frac{13}{1}$  hergestellt werden können.

Ist nun u die Anzahl der Umdrehungen des Deckenvorgeleges, so machen z. B. die Spindeln der größten Bänke die Umdrehungen 2 u; 1,4 u; u; 0,7 u

und 0,5 u und mit Hilfe des Rädervorgeleges mit dem Übersetzungsverhältnisse  $\frac{1}{10}$ : 0,2 u; 0,14 u; 0,1 u; 0,07 u und 0,05 u. Das macht z. B. für u = 30; die Spindelumdrehungen: 6,4, 2; 3,0; 0,213 und 0,15. —

In Fig. 383 ist eine sehr bewährte Drehbankspindel mit Stufenscheiben und Vorgelegebe-

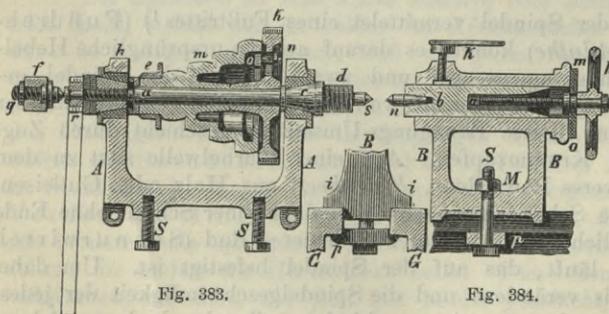


Fig. 383.

Fig. 384.

triebe im Durchschnitte gezeichnet. Die Spindel ac ist bei a und c mit konischen Zapfen in dem Spindelkasten AA gelagert, der vermittelst der Schrauben SS auf dem Drehbankgestelle befestigt wird. Auf dem Kopfe d befindet sich die Außenschraube und die eingesteckte Spitze s zur Anbringung des Arbeitsstückes. Hinter der Hinterdocke h ist eine Stütze f angebracht, mit der gegen die Spindel tretenden Druckschraube g. Auf der Spindel liegen die Stufenscheiben m, um die Spindel drehbar und fest verbunden mit dem Zahnrad e. Dahingegen sitzt das Zahnrad k auf der Spindel fest, und ist mit

den Stufenscheiben *m* durch einen Mitnehmer *o* zu kuppeln, der sich in einem Arme des Rades *k* radial verschieben läßt und in der äußeren Stellung gegen einen Vorsprung an der größten Riemenscheibe tritt, weiter der Mitte zugehoben, aber frei passiert. Ist das Rad *k* mit den Stufenscheiben *m* gekuppelt, so wird also die Spindel direkt mit der Geschwindigkeit der Riemenscheiben gedreht. — Außerdem befindet sich noch in dem Spindelstocke seitwärts parallel der Spindel eine kurze Nebenwelle mit zwei Zahnrädern, wovon das eine in das Trieb *e*, das andere in das Rad *k* eingreift, so daß hierdurch die Verbindung zwischen *e* und *k* also auch zwischen den Riemenscheiben *m* und der Spindel *ac* indirekt (durch Vorgelege) hergestellt und letzterer eine Geschwindigkeit erteilt wird, welche durch das Übersetzungsverhältnis zwischen den vier Zahnrädern *e* bis *k* bedingt wird. Zum Ausrücken dieser Transporterräder ist die Nebenwelle entweder in der Längsrichtung verschiebbar oder durch exzentrische Lager auszurücken. (Fig. 395 S. 392.)

Um namentlich größere Drehbänke von der gewöhnlichen Wellentransmission unabhängig zu machen, kommt immer mehr der Antrieb durch Elektromotoren in Aufnahme. Die Übertragung der Drehbewegung der Ankerwelle auf die Spindel erfolgt in zweierlei Art. Im ersten Fall findet die Aufstellung des Motors unter, neben oder über der Spindel und die Übertragung der Bewegung auf die letztere durch Zahnräder unter Einschaltung von Wechselrädern, selten durch Riemen oder Ketten statt. Im zweiten Fall ist der Motor an Stelle der Stufenscheiben *m* (Fig. 383) unmittelbar mit der rohrartigen Ankerwelle auf die Spindel *a* gesetzt, um entweder mit derselben unmittelbar oder wie oben beschrieben durch Zahnradgetriebe mittelbar gekuppelt zu werden (Maschinenfabrik Oerlikon)<sup>1)</sup>. Die Kuppelung erfolgt durch ein Kegelpadpaar, das zwischen dem Motor und dem Rad *k* an einer auf der Spindel mit Nut und Feder verschiebbaren Hülse sitzt durch deren Verschiebung nach links der Motor unmittelbar und nach rechts das Zahnradgetriebe mit der Spindel gekuppelt wird. Das Getriebe ist so bemessen, daß die Spindel bei zwölf verschiedenen Geschwindigkeiten des Motors 36 Geschwindigkeiten erhalten kann.

Wenn die in Fig. 383 dargestellte Spindel am Kopfe *d* durch das Gewicht des Arbeitsstückes und den Seitendruck des Werkzeuges stark belastet wird, so erhält sie infolge der Kegelform des Zapfens *c* das Bestreben, sich aus dem Lager herauszuschieben. Dadurch entsteht aber zwischen dem Zapfen und dem Lager ein freier Raum, der ein Schlottern der Spindel hervorruft, während zugleich der aufgeschobene Kegel bei *a* mit derselben Kraft in das Lager gepreßt und Ursache einer erheblichen Vermehrung des Widerstandes und eines Kraftverlustes wird. Außerdem kann bei dieser Anordnung der axiale Druck gegen den Spindelkopf *d* fast nur von dem einen Zapfen *c* aufgenommen werden, wodurch dieser sich schnell abnutzt, indem er den hinteren Zapfen aus dem Lager schiebt. Um diese Übelstände zu beseitigen, ist die in Fig. 385 gezeichnete Spindellagerung entstanden, welche namentlich für größere Drehbänke den Vorzug verdient und auf dem Prinzip beruht, beide Zapfen mit der Spindel aus einem Stücke in Kegelform herzustellen und zwar in der Weise, daß beide Kegel in einer Richtung stehen. Die Zapfen *a* und *c* laufen in geschlossenen Büchsen, wovon die in  $L_1$  gelagerte vermittelt Gewinde und zweier Muttern, wie in Fig. 383 nachzustellen ist. Zur Vermeidung einer Längenbewegung der Spindel in der Richtung *ac* dient die Nabe *n* des Stirnrades *k*, welche sich gegen die Fläche des Lagers *L* legt, und zwar infolge eines Druckes, den die Mutter *o* hervorbringt, welche auf dem Gewinde *r* der

1) Ztschr. d. V. d. Ing. 1905, S. 1021.

Spindel mittelst eines Schlüssels angezogen wird und über die Nabe des Rades k faßt. Im übrigen gleicht die Anordnung der in Fig. 383 dargestellten, indem

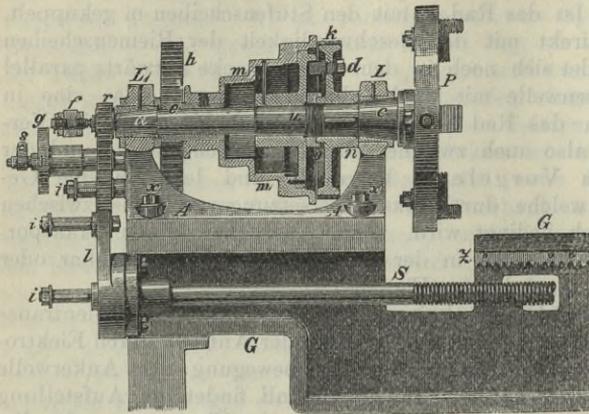


Fig. 385.

der Antrieb von den Stufenscheiben m durch das Stirnrad k vermittelt der Kuppelung d auf die Spindel direkt, oder durch das Triebrad e und Nebenwelle mit Stirnrad h durch das ausgekuppelte Stirnrad k indirekt, übertragen wird. Die kurzen Spindeln i, i dienen zur Aufnahme von Stirnrädern, welche die Bewegung der Spindel von dem Triebrade r aus auf die Schraube S fortpflanzen. Ein kräftiger Spindelstock AA nimmt

die Spindellager auf und erhält selbst seine Befestigung mit dem Drehbanktische GG durch Schrauben xx. —

Um die Bewegung der Spindel auf das Arbeitsstück zu übertragen, ist das letztere mit derselben in feste Verbindung zu bringen. Diese Verbindung kann nur an einem Ende des Arbeitsstückes bewerkstelligt werden; deshalb bedarf das andere Ende desselben, wenigstens in den meisten Fällen, ebenfalls einer Unterstützung, welche die Drehung des Arbeitsstückes zuläßt, aber eine Abweichung von der Achse (ein Schlagen) verhindert und demnach am zweckmäßigsten aus einer festen Spitze besteht. Damit diese zweite Spitze vor allem ein Runddrehen des Arbeitsstückes ermöglicht, muß sie genau in der Verlängerung der Spindelachse liegen, und damit sie für die verschiedensten Längen des Arbeitsstückes eingestellt werden kann, muß sie genau in dieser Achsenlinie verschiebar sein. Deshalb befindet sich diese Spitze (Reitnagel, Pinne, Pointe, Contre-pointe, *Bak centre*) in einer besonderen Docke, welche sich auf dem Gestelle der Drehbank in der angegebenen Weise verstellen läßt und Reitdocks (fahrende Docke, Reitstock, *Poupée mobile*, *P. à pointe*, *Contre-poupée*, *Sliding puppet*) heißt.

In der einfachsten Gestalt, z. B. für Holzdrehbänke, bildet der Reitstock eine hölzerne Stütze mit einer festen Spitze, die durch Keile an jeder Stelle des Gestelles festgehalten werden kann. Besser jedoch ist die Einrichtung, bei welcher der Reitnagel in dem oberen Teile des Reitstockes noch einer Verschiebung in der Achsenrichtung fähig ist, um mit dem Reitstocke gewissermaßen die grobe und mit dem Reitnagel eine feine Einstellung vornehmen zu können. Der Reitnagel wird dann entweder mit der Hand in einer horizontalen Durchbohrung des Reitstockes verschoben und durch eine Klemmschraube festgestellt, oder zweckmäßiger mittelst einer Führungsschraube eingestellt, welche die Spitze nach beiden Richtungen bewegt und daher z. B. so mit dem Nagel verbunden ist, wie die S. 352, Fig. 365 E gezeichnete Schraube für die Bewegung der Bohrspindel. In diesem Fall ist eine Klemme zum sicheren Festhalten des Reitnagels vorhanden. — Bei kleinen Drehbänken hat der Reitnagel in der Docke eine Beweglichkeit von 75 bis 100, bei größeren bis 300 mm.

Die Fig. 384 S. 380 stellt einen Reitstock mit innen liegender Schraube a zur Verschiebung des Reitnagels n dar. Die Schraube a, welche an der Längenschiebung durch die Platte m o verhindert wird, erhält die Drehung vermittelst des Handrades h in einer Mutter, die in dem Schieber b festsetzt, so daß letzterer durch die sich drehende Schraube hin- und hergeschoben wird. Eine bei k angebrachte Druckschraube hält den Schieber b in der verlangten Lage fest. Der gußeiserne Reitstockkörper B liegt mit zwei Nacken ii auf dem Drehbankgestelle G G, festgehalten durch die Schraube S, welche die Platte p an die Gestellränder preßt. Nach Lösung der Mutter M kann der Reitstock auf dem Gestelle verschoben werden.

Die Verbindung des Arbeitsstückes mit der Spindel, damit dasselbe die erforderliche Drehung erhält (Einspannen, Monter, *Mounting*), muß auf sehr mannigfaltige Weise hervorzubringen sein, weil die Verschiedenheit der Arbeitsstücke eine solche Mannigfaltigkeit erheischt, da nicht nur ihre Dicke und Länge, sondern auch der Umstand in Betracht gezogen werden muß, ob das Arbeitsstück abgedreht, ausgedreht, oder plangedreht werden soll.

— Man kann dabei wesentlich zwei Fälle unterscheiden, je nachdem das Arbeitsstück einer Unterstützung am Reitnagel bedarf oder nicht; das erstere ist für lange Arbeitsstücke unerlässlich, das zweite kann bei kurzen Arbeitsstücken überflüssig, in manchen Fällen, z. B. beim Ausdrehen, unmöglich werden. — Das einfachste und aus oben erklärten Gründen bezüglich des Runddrehens sicherste Einspannen ist das zwischen den Spitzen der Spindel und des Reitstockes. Da aber in

diesem Fall die Reibung an der Spitze der sich drehenden Spindel für Mitnahme des Arbeitsstückes nicht ausreicht, so muß eine besondere Mitnehmer- vorrichtung angebracht werden. Dieselbe besteht in einer künstlich angebrachten Erhöhung auf dem mit der Spindel zu verbindenden Ende des Arbeitsstückes, die von einem Haken der Spindel gefaßt wird; für Holz genügt oft eine meißelartige Schneide, die quer an dem vorderen Spindelende sitzt und auf welche das Holz aufgetrieben wird. Eine Spitze in der Mitte dieser Schneide (Dreizack) erleichtert das Zentrieren. — Als künstliche Erhöhung kann zwar mitunter ein eingeschlagener Nagel oder eine eingedrehte Schraube dienen; zweckmäßiger jedoch ist ein Mitnehmer<sup>1)</sup> (Führer, *Driver, Carrier*), welcher auf das Arbeitsstück gesteckt wird und möglichst vielseitig verwendbar ist. Ein solcher ganz allgemein und daher am häufigsten angewendeter Führer ist das in Fig. 386 B gezeichnete Herz<sup>1)</sup> (Coeur). Dasselbe besteht aus einem länglich spitzigen schmiedeeisernen Ringe H, in welchem das Arbeitsstück a durch die Druckschraube s festgehalten wird. Indem sich nun gegen die Zunge L ein Stift d legt, der ein Stück eines Hakens bildet, welcher quer durch die Drehbankspindel gesteckt ist, wird das Arbeitsstück mitgenommen. Der spitzig ringförmige Raum im Innern des Herzstückes läßt die Aufnahme vieler verschieden gestalteter Arbeitsgegenstände zu. — Statt des zum Mitnehmen an-

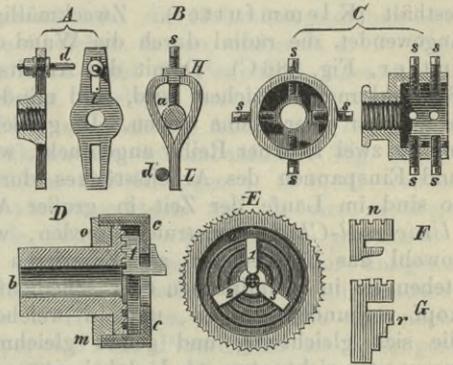


Fig. 386.

1) Dinglers Journ. 232, 321; 235, 337; 248, 316; 250, 282.

gewendeten einfachen eisernen Hakens von der Gestalt  $\Gamma$ , der mit dem längeren Schaft quer durch den Spindelkopf gesteckt wird, und dessen kurzer horizontaler Schaft den Stift  $d$  bildet, der sich gegen die Zunge  $L$  des Herzstückes legt, wird namentlich für größere Drehbänke, zweckmäßiger eine Mitnehmerscheibe (Fig. 386 A), angewendet, die auf den Spindelkopf geschraubt wird und bei  $d$  den Mitnehmerstift trägt, welcher sich in einem Schlitz  $i$  verstellen läßt. Ist diese Scheibe kreisrund, so dient sie auch als Kittscheibe. — Andere komplizierte Einrichtungen dieses Mitnehmers haben wenig Aufnahme in der Praxis gefunden.

Ist die eben beschriebene Art des Mitnehmens nicht zulänglich, so bedient man sich in den meisten Fällen zur Verbindung der Arbeitsstücke mit der Spindel der sogenannten Futter<sup>1)</sup> (Drehbankfutter, Mandrin, *Chuk*). — Das einfachste Futter ist ein Hohlzylinder, der auf den Kopf der Spindel aufgeschraubt wird und in dessen hervorstehendes Ende man das Arbeitsstück eintreibt oder einsteckt und mit eingeschlagenen hölzernen Keilstücken festhält (Klemmfutter). Zweckmäßiger werden statt der Keile Schrauben angewendet, die radial durch die Wand des Hohlzylinders gehen (Schraubenfutter, Fig. 386 C). Damit das Arbeitsstück im Schraubenfutter gehörig gegen Schwankungen gesichert wird, sind mindestens 6 Schrauben  $s$  vorhanden, wovon je zwei in einer Reihe stehen. In großen Futteren werden oft acht Schrauben  $s$  mit je zwei in einer Reihe angebracht, wie Fig. 386 C zeigt. Da das Zentrieren und Einspannen des Arbeitsstückes durch 6 oder 8 Schrauben langwierig ist, so sind im Laufe der Zeit in großer Anzahl sogenannte Universalfutter (*Universal-Chuk*) konstruiert worden, welche durch Bewegung eines Stückes sowohl das Einklemmen als Zentrieren bewirken. Fast ohne Ausnahme bestehen sie in zylindrischen oder scheibenförmigen Stücken, die mit dem Spindelkopf verbunden werden, und in welchen 2, 3 oder 4 Backen eingelegt sind, die sich gleichzeitig und genau gleichmäßig radial bewegen lassen. Die Bewegungsvorrichtungen sind dabei zwar sehr verschieden, allein gewöhnlich ist die Grundlage derselben eine Schnecke oder eine Schraube, welche in Drehung versetzt die Vor- und Rückschiebung bewirkt.

Als Beispiel hierzu mag das in Fig. 386 D bis G dargestellte Futter gelten. Das wesentlichste desselben besteht aus den drei Backen 1, 2, 3, welche sich ausschließlich radial bewegen und das Arbeitsstück nicht nur zentrieren, sondern auch genügend festhalten. Die Verschiebung wird durch eine Spirale  $a$  bewirkt, welche auf der ringförmigen Oberfläche des Hohlzylinders  $E$  sitzt und in welche die Backen mit den Zähnen  $n$  Fig. F und G eingreifen. Ein Deckel  $c$ , der mit dem Ringe  $o$  zusammengeschraubt ist, verhindert das Herausfallen der Backen; da die letzteren aber zugleich in radiale Führungen dieses Deckels liegen, so wird auch ihre Verschiebung, durch die Drehung des Deckels um den Schaft  $b$ , veranlaßt. Der Schaft  $b$  endlich wird mit der Drehbankspindel durch Einstecken in Verbindung gebracht und durch Reibung genügend festgehalten.

Ist das Arbeitsstück flach, also scheibenartig, so daß es sich weder zwischen Spitzen noch in ein Futter einspannen läßt, so wird zur Befestigung desselben mit der Spindel eine runde Scheibe benutzt, die auf den Kopf der Spindel geschraubt wird und sich mit letzterer dreht. Kleine Gegenstände werden wohl auf

1) Mitt. d. Hann. Gew.-Ver. 1869, S. 150. — Prakt. Masch.-Konstr. 1872, S. 157; 1877, S. 222, 299. — Dinglers Journ. 182, 772; 187, 288; 188, 454; 211, 415; 214, 370; 231, 320; 232, 115; 235, 24; 244, 253; 248, 272; 259, 350; 260, 257, 494; 260, 257; 264, 109; 266, 574; 281, 291.

dieser Scheibe festgekittet durch einen Kitt aus Kolophonium und Ziegelmehl (Kittscheibe), oder auch durch Schnellot festgelötet (Lötscheibe). Größere Arbeitsstücke müssen aber ihre Verbindung mit der Scheibe (Planscheibe, Plateau, *Fate place*) auf solidere Weise erhalten (Planscheibendrehbank<sup>1)</sup>). Zu dem Zwecke ist die gußeiserne Planscheibe, welche bei kleinen Drehbänken etwa 100 bis 350 mm, bei großen aber bis 5 m Durchmesser besitzt (auch der Leichtigkeit wegen) mit einer großen Anzahl kurzer radialer Schlitzte versehen, welche Haken, Knaggen oder Schraubenbolzen aufnehmen, die das Festspannen bewirken, und daher ebenso beschaffen sind, wie die zu gleichem Zwecke dienenden Vorrichtungen an Hobelmaschinen, Feilmaschinen, Bohrmaschinen etc. Darnach ist leicht zu erkennen, wie durchbrochene Arbeitsstücke befestigt werden, z. B. Räder an den Speichen, um die Kränze und Naben abzudrehen, die Naben auszudrehen mit Hilfe von Schraubhaken, welche um die Speichen fassen, während z. B. Fig. 311 B S. 283 die Befestigung andeutet, wenn nicht die Peripherie, sondern die Vorder- oder Innenfläche des Arbeitsstückes bearbeitet werden soll. — Eine sehr gewöhnliche, weil für die meisten Fälle ausreichende Anordnung der Planscheibe kann als eine erweiterte Konstruktion des Schraubenfutters Fig. 386 C angesehen werden und besteht (Fig. 387) in vier Knaggen 1, 2, 3, 4, welche über die vordere Fläche der Scheibe ab emporragen und in vier radialen Schlitzten *s* durch in denselben liegende Schrauben beliebig zu verschieben sind. Die dadurch schraubstockartig wirkenden Knaggen können übrigens nicht nur massive Körper von jedem Querschnitte zwischen sich fassen, sondern auch mit den vorspringenden Rändern in Höhlungen eingebracht und nach außen bewegt werden, um hohle Körper auf der Planscheibe zu befestigen [Universalplanscheibe<sup>2)</sup>]. Diese Schraubstock-Einrichtung trifft man sowohl bei kleinen Scheiben von 300 mm als auch bei Scheiben bis 1,5 m Durchmesser.

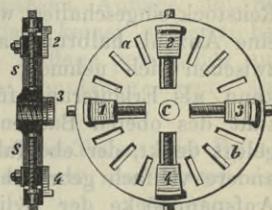


Fig. 387.

Die rohr- oder ringartigen, also hohlen Arbeitsstücke werden leicht nach einer der oben angegebenen Verfahrsarten mit der Spindel verbunden, wenn man sie gewissermaßen in massive verwandelt, was dadurch geschieht, daß man sie auf ein massives Futter (Dorn) schiebt, worauf sie durch Reibung fest sitzen, oder indem man in die Höhlungsangänge Holz- oder Metallstücke einklemmt. Die Dorne werden durch die Mitnehmer in Bewegung gesetzt oder auch in Futter gesteckt. Für kurze ringartige Stücke wendet man zweckmäßig einen sogenannten expandierbaren Dorn<sup>3)</sup> an, der auf verschiedene Durchmesser gebracht werden kann und daher zur Aufnahme einer größeren Anzahl verschiedener Höhlungen geeignet ist. — Statt solcher Dorne läßt sich auch das in Fig. 386 D, E gezeichnete Futter gebrauchen, wenn man statt der Backen F solche mit treppenförmigen Abstufungen *r* versehene Backen *G* einlegt und das Arbeitsstück mit der Höhlung auf diese Treppen schiebt. Daß zu demselben Zwecke die Schlitten 1, 2, 3, 4 der Planscheibe Fig. 387 mit aufrecht stehenden Rändern versehen sind, wurde bereits bei der Beschreibung derselben angegeben.

<sup>1)</sup> Prakt. Masch.-Konstr. 1868, S. 67, 281; 1874, S. 66; 1886, S. 294. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1885, S. 416. — Dinglers Journ. 149, 331; 217, 279; 257, 54. — <sup>2)</sup> Dinglers Journ. 173, 85; 183, 260; 257, 54. — <sup>3)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1862, S. 214. — Dinglers Journ. 159, 19; 214, 369; 261, 420.

Beim Abdrehen sehr langer, und verhältnismäßig dünner Arbeitsstücke (z. B. Schraubenspindeln, Wellen) tritt durch den Druck des Werkzeuges leicht ein Durchbiegen derselben und infolge dessen eine unerwünschte Gestaltänderung ein. Zur Verhinderung dieses Durchbiegens wird noch eine Hilfsdocke [Lünette, Brille, Setzstock, Poupée à lunette *Collar plate*]<sup>1)</sup> zwischen Spindel und Reitstock eingeschaltet, welche oft aus einem vertikalen Rahmen besteht, zu dem eine Anzahl halbrund ausgeschnittener Backen gehören, die das Arbeitsstück zwischen sich nehmen. Der auf S. 189 in Fig. 228 dargestellte Seckenzug kann als Erläuterung für den Hauptteil der Lünette dienen, wenn man sich statt des oberen Backens a mit zylindrischem Vorsprunge einen Backen eingelegt denkt, der ebenfalls wie b einen kreisförmigen Ausschnitt besitzt. — Eine andere vielfach gebrauchte Brille besteht aus einem runden Ringe, der, wie die Aufspannböcke der Zylinderbohrmaschine (Fig. 381 S. 371) in zwei Hälften zerschnitten ist, die durch ein Scharnier vereinigt sind und durch eine Klemmschraube verbunden werden. Innerhalb dieses Ringes liegen mehrere (3 bis 4) radial verstellbare Backen, welche sich nach Schließung der Brille an das Arbeitsstück anlegen. — Statt der festen Backen bringt man zweckmäßig Rollen an, deren Achsen sich in Steinen drehen, welche in radial laufenden Schlitten verschiebbar und je nach der Dicke des Arbeitsstückes mittelst Schrauben feststellbar sind. — Um die Setzstöcke auch für unrunde Arbeitsstücke verwenden zu können, werden die Preßbacken häufig nachgiebig angeordnet, indem man sie auf Federn legt. — Sehr zweckmäßig vereinigt man die Brille mit dem Support, so daß sich die Unterstützung unmittelbar dem Werkzeuge gegenüber befindet und mit diesem verschiebt<sup>2)</sup>; in der Regel findet sie aber auf dieselbe Weise wie der Reitstock (Fig. 348) einen festen Stand auf dem Bette der Drehbank.

Die Auflage (Support, *Rest*), welche den Zweck hat, das Werkzeug des Drehers zu unterstützen, damit dieser dasselbe sicher zu führen und in diejenige Lage zu bringen vermag, in welcher der Angriff am sichersten und bequemsten erfolgt, muß zunächst eine Verschiebung des Meißels in der Achsenrichtung des Arbeitsstückes zulassen. Sodann ist dieselbe so einzurichten, daß sie je nach der Dicke des Arbeitsstückes mehr oder weniger von der durch die Spindel gelegten Achse entfernt und endlich in verschiedenen Höhen festgestellt werden kann. Um die Verstellungen hervorbringen zu können, besteht die Auflage gewöhnlich (Fig. 388) aus einer Krücke a, welche mit dem runden Stiele in einer Hülse b sich nicht nur auf- und niederschieben, sondern auch drehen und durch

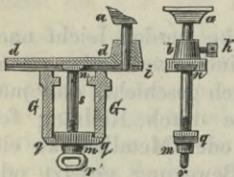


Fig. 388.

eine Klemmschraube k feststellen läßt. Diese Hülse b sitzt an einem Schieber dd, der auf dem Gestelle G liegt und sich quer bewegt. Eine zwischen den Gestellstücken G liegende Schraube s, welche durch die in dem Ringe r sitzende Mutter m gespannt wird und dadurch das Querstück q anpreßt, verbindet die Auflage mit dem Gestelle. Damit die Querbewegung des Schiebers dd erfolgen kann, wird die Befestigungsschraube mit einem viereckigen Kopfe n versehen, der in einer Nut oder einem Schlitze i des Schiebers d liegt. — Die horizontale Kante der Krücke a hat durchschnittlich eine Länge von 75 bis 250 mm, so daß man ein Arbeitsstück ebenfalls in dieser Länge bearbeiten kann, ohne eine Verschiebung der Auflage vorzunehmen. Die Höhenlage dieser Kante richtet sich

<sup>1)</sup> Dinglers Journ. 262, 211. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1885, S. 811. — <sup>2)</sup> Dinglers Journ. 270, 12; 274, 494; 294, 60.

lediglich nach der Beschaffenheit oder Höhe des Werkzeuges, indem dieses so angesetzt werden muß, daß die angreifende Schneide ein klein wenig über die Drehachse des Arbeitsstückes zu liegen kommt, damit ein Fangen oder Einreißen vermieden wird. Die Drehbarkeit der Krücke um eine vertikale Achse gestattet ferner eine entsprechende Stellung derselben beim Konisch- und beim Plandrehen. — Wie hierbei die Drehbarkeit der ganzen Auflage um die Schraube *s* als Achse mitbenutzt werden kann, bedarf keiner weiteren Erklärung. — Bei Drehbänken für Holzarbeiter ist die Auflage gewöhnlich aus Holz gemacht; nur die Krücke muß, der geringeren Abnutzung wegen, aus Eisen oder mit Eisen beschlagen sein.

Das Gestell der Drehbank besteht wesentlich aus zwei Teilen: dem Bette zur Aufnahme der Docken und Auflage und den Böcken zum Tragen des Bettes und des Antriebsmechanismus.

Das Bett (*Etabli*, *Bâti*, *Banc*, *Frame*) muß vor allen Dingen eine Verschiebung des Reitstockes in der Weise möglich machen, daß bei dieser Verschiebung die Spitze des Reitnagels stets genau in der Achse der Spindel erfolgt, was voraussetzt, daß die Oberfläche des Bettes genau eben und der Spindelachse parallel, demnach horizontal ist. Gewöhnlich besteht daher das Bett aus zwei gußeisernen (bei Holzdrehbänken sehr oft hölzernen) Balken (*Wangen*, *Jumelles*, *Coulisse*, *Bearers*, *Bed*) mit sorgfältig geebener Oberfläche, die in einem solchen Abstände voneinander liegen, daß die Docken dazwischen eine Prismenführung und eine einfache Befestigung finden, z. B. Fig. 384, wo *GG* die Wangen bedeuten. Die Länge der Wangen beträgt bei kleinen Drehbänken etwa 1 m, bei größeren nach Bedürfnis mehr. — Die Entfernung der Wangenoberfläche von der Spindelachse (*Spitzenhöhe*) richtet sich nach dem Durchmesser der am häufigsten vorkommenden Arbeitsstücke und wechselt dementsprechend gewöhnlich zwischen 120 bis 1200 mm. Die Entfernung der Spindelachse vom Fußboden ist der Bequemlichkeit des Arbeiters angepaßt und gemeinlich 1 bis 1,10 m. — Der Querschnitt der hölzernen Wangen ist ein auf die kleinere Seite gestelltes Rechteck; der Querschnitt der gußeisernen Wangen dagegen gewöhnlich T förmig **TT** oder auch einfach winkelförmig **┌┐** z. B. Fig. 388, um Steifigkeit und Tragfähigkeit mit Leichtigkeit zu verbinden. Sehr kleine Drehbänke erhalten wohl statt der Wangen ein einziges drei- oder fünfseitiges mit einer Kante nach oben gerichtetes, schmiedeisernes Prisma (*Barre*, *Perche*, *Verge*, *Bar*; *Prismadrehbank*, *Tour à barre*, *T. à verge*, *Bar-lathe*), mit dem die Docken etc. durch gleich geformte Hohlstücke und Anziehen einer gegen die untere flache Seite pressenden Schraube verbunden werden.

In manchen Fällen ist es erwünscht, selbst kleine Drehbänke für die Aufnahme solcher kurzer, flacher Arbeitsstücke einzurichten, deren Halbmesser größer als die Spitzenhöhe der Drehbank ist. Dann wird unmittelbar vor dem Spindelkasten das Bett entweder mit einem Ausschnitte versehen (*gekröpfte Bett*) (Fig. 396), welcher mitunter durch eingelegte Stücke ausgefüllt werden kann, oder das Bett wird aus zwei Teilen hergestellt, welche tief unter der Spindel miteinander verbunden werden. — Um bei den größten Planscheibendrehbänken mit einem genügend sicheren Stande eine bequeme Handhabung zu verbinden, erhalten Spindel- und Reitstockkasten zweckmäßig eine besondere Fundamentierung in der Weise, daß zwischen beiden im Fußboden eine Grube freibleibt, in welche die Planscheibe mit dem Arbeitsstücke eintritt.

Für genaue und schwere Arbeit reicht selten die Geschicklichkeit und die Kraft des Arbeiters zur Führung des Drehstahles aus, da z. B. das mit

einem bestimmten Drucke gegen das Arbeitsstück gehaltene Werkzeug seiner Beweglichkeit halber an weichen Stellen tiefer eingreift als an härteren, und hier also einen unrunder Querschnitt erzeugt. Man hat deshalb sowohl bei Fuß- als bei Elementardrehbänken statt der gewöhnlichen Auflage eine Vorrichtung angebracht, die den Meißel festhält, seine Schwankungen möglichst verhindert und nur diejenigen Bewegungen desselben zuläßt, welche der herzustellenden Rotationsfläche durchaus entsprechen. Diese Vorrichtung ist der Support [feste Auflage, Support fixe, *Slide rest*, *Sliding rest*<sup>1)</sup>]. Ob der Support durch die Arbeiterhand regiert (*Handsupport*) oder durch machinale Organe bewegt wird, hat auf die Einrichtung desselben keinen wesentlichen Einfluß. Er enthält in seinem oberen Teile zunächst eine Vorrichtung zum Festhalten des Meißels (Meißelhalter, Stichelhaus), welche gewöhnlich aus einer Art Schraubstock besteht, mitunter auch so konstruiert ist wie der Meißelhalter des S. 285 beschriebenen Supportes einer Hobelmaschine. Die Einstellung des Meißels geschieht durch einen Schlitten, welcher derselben Bewegungen fähig ist, wie die gewöhnliche Auflage, sonst aber von der letzteren dadurch abweicht, daß die Bewegungen der Genauigkeit halber durch Schrauben herbeigeführt werden. Deshalb liegt dieser obere Schlitten auf einem zweiten (unteren) in Prismenführungen verschiebbar, und der untere Schlitten auf einem dritten Stücke, das die Verbindung mit dem Bette vermittelt. In diesem Stücke befindet sich die Schraube für die Bewegung des unteren Schiebers, sich mit der Schraube für den oberen Schieber rechtwinklig kreuzend (*Kreuzsupport*). Das dritte (unterste) Stück und somit der ganze Support endlich ist auf den Drehbankwangen verstellbar und zwar entweder wie die gewöhnliche Auflage durch die Hand oder durch eine Leitspindel oder durch eine Zahnstange, wodurch sich die Benennungen *Supportdrehbank* (*Tour à chariot*, *Slide lathe*) sowie *Handsupportdrehbank*, *Leitspindeldrehbank* und *Zahnstangendrehbank* erklären.

Die allgemein gebräuchliche Anordnung eines *Handsupportes* geht aus den Fig. 389 und 390 hervor. Derselbe besteht wesentlich aus den vier Teilen A, B, C, E, wovon die Grundplatte A zur Auflagerung auf den Drehbank-

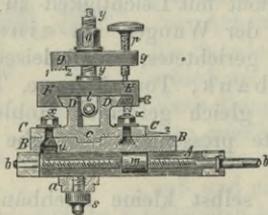


Fig. 389.

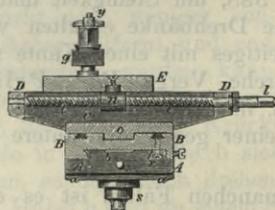


Fig. 390.

wangen dient, indem sie mittelst der Leiste a a zwischen die Innenflächen der Wangen tritt, längs dieser verschoben und, wie die in Fig. 388 gezeichnete Auflage, durch einen Bolzen s befestigt wird. Auf dieser Grundplatte A liegt mit Prismenführung die untere Supportplatte B, verschiebbar rechtwinklig zu den Wangen durch die lange Schraube b b, welche drehbar in der rahmenartigen Platte A A liegt, während ihre Mutter m an BB befestigt ist. In gleicher

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1891, S. 335. — Prakt. Masch.-Konstr. 1872, S. 14, 29; 1873, S. 252; 1879, S. 166, 264. — Dingers Journ. 187, 285; 189, 289; 194, 192; 207, 178; 227, 428; 279, 122; 287, 10; 294, 57.

Weise wird der obere Schlitten E E auf dem Zwischenstücke D gelagert und vermittelt der Schraube ll und Mutter n parallel zu den Wangen verschoben. Zum Festhalten des Meißels dient die Platte g, welche auf der in E befestigten Spindel y y verschiebbar ist, mit den Kerben 1, 2 auf den Meißel gelegt und durch die Mutter o und Gegenschraube p angepreßt wird. — Um nicht auf die obigen zwei Bewegungsrichtungen beschränkt zu sein, ist zwischen den eigentlichen Supportteilen E und B noch ein drittes Stück C D angebracht, welches mit einem Zapfen c auf B gelagert ist und sich um diesen Zapfen in Kreise drehen läßt, wodurch dem oberen Schlitten E jede Stellung zum Arbeitsstücke erteilt werden kann. Das Feststellen dieser Drehscheibe erfolgt durch die Schrauben x, x, deren Köpfe in einer schwalbenschwanzförmigen, konzentrisch eingedrehten Nut u liegen. Ein Zeiger z markiert an einem auf B eingravierten Gradbogen die Lage der Schraube ll und somit die Richtung, in welcher sich der Meißel bei Drehung dieser Schraube mittelst einer aufgesteckten Handkurbel bewegt. Demnach bringt bei diesem Supporte die Schraube l die Schaltung hervor, während durch b b die Anstellung erfolgt. Um an den Führungen den toten Gang zu vermeiden und Abnutzungen schnell ausgleichen zu können, sind Leisten r eingelegt, die mittelst Schrauben nachstellbar sind.

In den Fig. 391 und 392 ist ein Support für Leitspindeldrehbänke mit Längs- und Querverstellung (also zum Abdrehen und Plandrehen) und Hand-

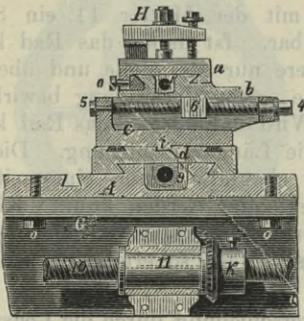


Fig. 391.

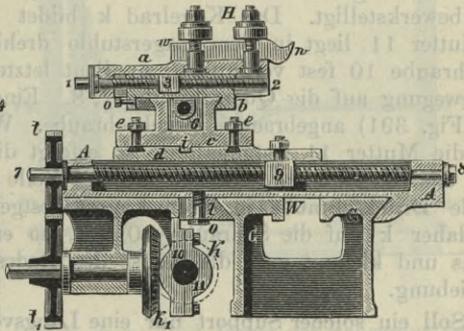


Fig. 392.

oder Leitspindelübertragung in zwei Durchschnitten zur weiteren Erläuterung des Vorhergehenden gezeichnet.

Der Meißelhalter H, welcher aus zwei Schraubkloben besteht, die den Stahl w halten, sitzt zunächst fest auf dem Oberschlitten a, der auf dem zweiten Schlitten b in Prismen geführt wird. Zur Verschiebung des Oberschlittens dient die Schraube 1, 2, welche am vorderen Ende l mit einem Halse so in den Oberschlitten gelegt ist, daß sie sich in diesem nur drehen kann. In dem zweiten Schlitten liegt, in eine Vertiefung eingelassen, die zur Schraube 1, 2 gehörende Mutter 3. Die durch einen auf den viereckigen Teil l aufgesteckten Kurbelschlüssel herbeigeführte Drehung der Schraube 1, 2 veranlaßt demnach eine Verschiebung von a auf b. Der Kreuzschlitten b wird nun in gleicher Weise auf die Unterlage c gelegt und durch die in c gelagerte Supportschraube 4, 5, deren Mutter 6 an b festsetzt, auf c verschoben. — Diese Teile a, b und c, welche den eigentlichen Support bilden, werden vermittelt des Stückes c von der Unterlage d aufgenommen und zwar in der Weise, daß sie sich ebenfalls auf derselben um eine vertikale Achse i drehen können, wodurch die Verschie-

bung des Meißels  $w$  gegen die Achse des Arbeitsstückes unter jedem Winkel erfolgen kann. Die Feststellung des Supportes auf  $d$  geschieht mit Hilfe der Schrauben  $e, e$ , deren pyramidale Köpfe in kreisförmige Schwalbenschwanz-Nuten des Stückes  $d$  eingeschoben sind. — Der Schlitten  $d$  endlich ist wieder in derselben Weise durch Prismenführung mit dem Träger  $A$  in Verbindung gebracht und auf demselben durch die Schraube 7, 8 zu verschieben, welche in dem an  $d$  sitzenden Angusse 9 ihre Mutter hat. Dieser Träger  $A$  ruht sodann auf den Wangen  $G$ , die oberen Ränder derselben ebenfalls so umfassend, daß eine gehörige Prismenführung entsteht. Um nun diesen Träger  $A$ , also auch den Support längs den Wangen  $G$  vermittelt der Leitspindel 10 selbsttätig zu verschieben, ist in 11 eine Mutter angebracht, durch welche die Spindel 10 hindurchgeht und die mittelst eines kleinen Lagerstuhles mit dem Träger  $A$  verbunden ist: bei einer Drehung der Schraube 10 findet demnach eine Verschiebung des Supportes längs den Wangen statt. Durch dieselbe Schraube kann aber auch behufs des Plandrehens eine Querschiebung des Supportes veranlaßt werden und zwar mit Hilfe der Kegelräder  $k$  und  $k_1$  und der Stirnräder  $t_1$  und  $t$ , wovon das letztere auf der Querschraube 7, 8 fest sitzt, welche den Unterteil  $d$  verschiebt. — Da aber beide Bewegungen niemals gleichzeitig stattfinden sollen, so muß während der Längenschiebung des Supportes die Bewegung der Kegelräder  $k$  und  $k_1$  und während der Querbewegung die Mitnahme des Trägers  $A$  verhindert werden. Dieses wird durch folgende Anordnung bewerkstelligt. Das Kegelrad  $k$  bildet mit der Mutter 11 ein Stück. Die Mutter 11 liegt in dem Lagerstuhle drehbar. Ist daher das Rad  $k$  mit der Schraube 10 fest verbunden, so dient letztere nur als Welle und überträgt die Bewegung auf die Querschraube 7, 8. Eine solche Verbindung bewirkt die in  $k$  (Fig. 391) angebrachte Druckschraube. Wird dahingegen das Rad  $k$  und somit die Mutter 11 festgehalten, so erfolgt die Längenschiebung. Dies bewirkt das Kegelrad  $k_1$ , dessen kurze Welle ebenfalls durch eine seitwärts sitzende Druckschraube in ihren Lagern festgeklemmt werden kann. Klemmt man daher  $k$  auf die Schraube 10 fest, so erfolgt die Querverschiebung des Meißels und klemmt man die Achse des Rades  $k_1$  fest, so erfolgt seine Längenschiebung.

Soll ein solcher Support nur eine Längenschiebung durch die Leitspindel erhalten, was bei einfachen Drehbänken gewöhnlich der Fall ist, so fallen die Kegelräder  $k, k_1$ , die Räder  $t_1$  und  $t$ , sowie die Schraube 7, 8 weg.

Bei der Leitspindel drehbank<sup>1)</sup> liegt zur Schaltbewegung des Supportes entweder vor oder zwischen den Wangen eine Schraubenspindel (Leitspindel), welche durch Zahnräder von der Spindel aus in Drehung versetzt wird und, indem sie durch eine mit dem Supporte fest verbundene Mutter geht, je nach der Drehrichtung diesen von links nach rechts und entgegengesetzt bewegt, so daß also auch in beiden Richtungen gearbeitet werden kann. Durch Auswechslung der Umsetzungsräder ist sodann die angemessene Geschwindigkeit herbeizuführen. Wenn statt der Schraubenspindel eine Zahnstange zu demselben Zwecke vorhanden ist [Zahnstangendrehbank<sup>2)</sup>], so befindet sich am Supporte ein Triebrad, das in die Zahnstange eingreift und ebenfalls von der

1) Hütte 1856, Taf. 17; 1857, Taf. 13; 1861, Taf. 18; 1868, Taf. 8. — Wiebe, Skizzenb., 1873, Heft 85, Bl. 1 u. 2. — Publ. ind., Bd. 2, S. 143; Bd. 3, S. 378; Bd. 6, S. 250; Bd. 7, S. 431; Bd. 19, S. 390; Bd. 21, S. 169; Bd. 28, S. 357. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1869, S. 313. — Dingers Journ. 213, 1; 270, 163; 285, 158. — Prakt. Masch.-Konstr. 1868, S. 277, 280; 1878, S. 107; 1882, S. 380; 1883, S. 53. — 2) Publ. ind. Bd. 12, S. 471. — Wiebe, Skizzenb., Heft 15, Taf. 1.

Spindel aus bewegt wird, indem diese eine längs den Wangen hinlaufende Stange in Drehung versetzt, welche durch Kegelräder die Bewegung auf das Triebrad am Supporte überträgt. Eine Kuppelung dient zur Umsetzung der Bewegung. — Bei manchen Drehbänken ist auch die sehr zweckmäßige Anordnung getroffen, daß der Dreher mittelst einer Kurbel die Mutter oder das Triebrad an dem Supporte in Bewegung setzen kann, infolge dessen dann der Support ebenfalls durch — die nunmehr so lange festgehaltene — Schraube oder die Zahnstange auf den Wangen hingeführt wird. Namentlich für kurze Supportwege und schnellen Wechsel ist diese Anordnung unentbehrlich, welche ebenfalls aus Fig. 391 und 392, Seite 389 zu erkennen ist. Man hat nur nötig, statt des Rades  $t_1$  auf die kurze Achse des Kegelrades  $k_1$  eine Drehkurbel zu stecken und herumdrehen, um die Bewegung des Supportes herbeizuführen, wenn die Schraube 10 gleichzeitig festgehalten wird, da sich

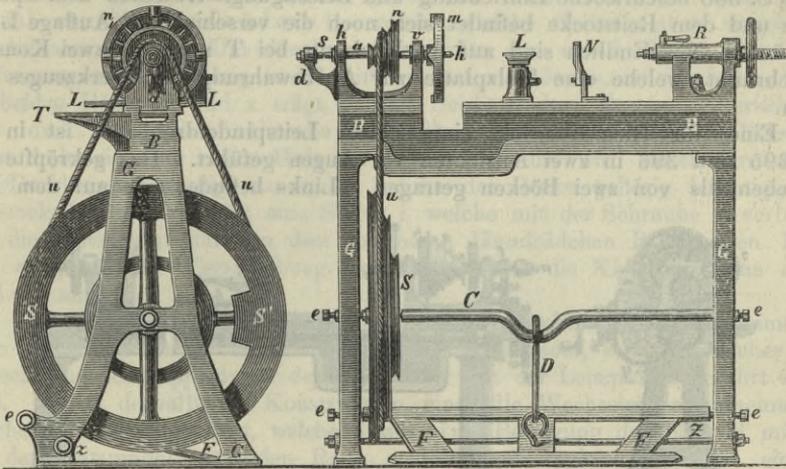


Fig. 393.

Fig. 394.

dann die Mutter 11 durch das Rad  $k$  dreht und längs der Schraube verschiebt und den Supporte mitnimmt. — Beim Plandrehen erhält der Supporte ebenfalls durch entsprechende Räderübersetzung eine selbsttätige Querverschiebung, wie bereits S. 388 etc. gezeigt wurde.

Das Bett dieser Drehbänke unterscheidet sich von dem Bette der Fußdrehbank nur durch die Größe, weil die Leitspindel- oder Zahnstangendrehbänke gewöhnlich für größere Arbeiten bestimmt sind. — Daher sind diese Drehbänke auch namentlich für Elementarkraftbetrieb eingerichtet, wenn zwar auch für viele Arbeiten des Handdrehers, z. B. zum Schraubenschneiden, eine Leitspindel oft unentbehrlich und demnach ein Bestandteil der Handdrehbank ist.

Eine mustergiltige Handdrehbank <sup>1)</sup> ist in Fig. 393 und 394 in zwei Ansichten dargestellt. Das gekröpfte gußeiserne Bett  $B$  ruht auf den beiden Böcken  $G, G$ , welche oben durch das Bett, unten durch die Stange  $z$  gehörig festgestellt werden. Die Spindel  $a$  ist in den beiden vereinigten gußeisernen Docken  $v$  und  $h$  gelagert und gegen eine Schraube  $s$  gestützt, welche durch

<sup>1)</sup> Mitt. d. Hann. Gew.-Ver. 1866, S. 149. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1869, S. 120. — Prakt. Masch.-Konstr. 1868, S. 314. — Dinglers Journ. 228, 396; 260, 365; 279, 145.

einen Ansatz  $d$  geht, der mit den Docken aus einem Stücke gegossen ist. Dieser Spindelstock ist auf die S. 380 angegebene Art mit den Wangen  $B$  fest verbunden. Die Spindel besitzt bei  $n$  einen vierläufigen Wirtel zur Aufnahme der Schnur  $u$  als Transmissionsorgan, welche von der Schnurscheibe  $S$  aus die Bewegung erhält. Diese Schnurscheibe sitzt auf der gekröpften Welle  $C$  fest, die durch die Zugstange  $D$  von dem Fußtritte  $F$  aus in Drehung versetzt wird. Sowohl die Welle  $C$  als die Drehachse des Fußtrittes wird von Spitzen getragen, welche an den durch das Gestell gehenden Schrauben  $ee$ ,  $ee$  sitzen, wodurch die Bewegung leicht wird. Zur Ausgleichung der Bewegung, die nur beim Niedertreten, also einseitig eingeleitet wird, erhält die Schnurscheibe, außer einem verhältnismäßigen Gewichte, bei  $S_1$  noch eine besondere Verdickung. Die Spindel trägt bei  $k$  den Kopf, in welchen eine Spitze eingesteckt und auf den das Scheibenfutter  $m$  aufgeschraubt ist. Der Reitstock  $R$  hat die bereits S. 380 beschriebene Einrichtung und Befestigung. Zwischen dem Spindelstocke und dem Reitstocke befindet sich noch die verschiebbare Auflage  $L$  und die Lünette  $N$ . Endlich sind auf der Rückseite bei  $T$  noch die zwei Konsolen angeschraubt, welche eine Holzplatte zur Aufbewahrung des Werkzeuges usw. tragen.

Eine für Riemenbetrieb eingerichtete Leitspindeldrehbank ist in den Fig. 395 und 396 in zwei Ansichten vor Augen geführt. Das gekröpfte Bett wird ebenfalls von zwei Böcken getragen. Links befindet sich auf dem Bette

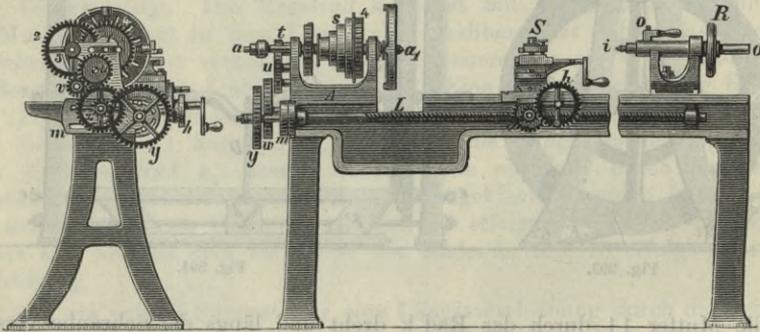


Fig. 395.

Fig. 396.

der Spindelkasten  $A$  mit der Spindel  $a_1$ , welche entweder direkt durch die Riemenscheiben  $s$  oder indirekt durch ein Vorgelege in Umdrehung versetzt wird. Die Anordnung hierzu ist folgende: Die Riemenscheiben  $s$  sitzen lose, also drehbar auf der Spindel  $a_1$ ; mit ihnen fest verbunden ist das Trieb 1. Mit der Spindel fest verbunden ist das Zahnrad 4. Das Trieb 1 greift nun in ein Zahnrad 2 ein, welches auf einer kurzen Welle sitzt, die der Spindel parallel liegt und am entgegengesetzten Ende ein Trieb 3 trägt, welches nunmehr in 4 eingreift, so daß in diesem Fall die Spindel durch das Vorgelege in Bewegung gesetzt wird. Soll aber die Spindel direkt von den Riemenscheiben umgetrieben werden, so sind die Räder 2 und 3 durch Verschiebung der sie tragenden Welle auszurücken und das Zahnrad 4 mit den Riemenscheiben durch eine Art Kuppelung zu verbinden. Die Ausrückung wird entweder durch eine Längsverschiebung der Welle 3, 4 oder durch Drehung ihrer exzentrischen Lager bewerkstelligt. Die Kuppelung des Rades 4 mit den Stufenscheiben geschieht in der einfachsten Weise durch einen Stift, der durch das Rad 4 gesteckt, gegen einen Vorsprung der Scheiben  $s$  tritt,

oder durch einen in dem Rade 4 radial verschiebbaren Klotz, der ebenfalls, wenn er der Peripherie zugeschoben wird, gegen einen Vorsprung drückt, der im Innern der größten Scheibe angebracht ist. Die Verschiebung des Supportes S erfolgt entweder mit der Hand, welche mittelst eines Knopfes das Rad h und durch Transportierung die am Supporte sitzende Mutter dreht, wodurch sich der Support längs der Leitspindel L hinschiebt; oder selbsttätig von der Spindel a a<sub>1</sub> durch das auf der Spindel sitzende Trieb t, die Transporträder u, v, w, x und das Rad y, welches mit der Leitspindel fest verbunden ist. Die Drehung der Leitspindel in der am Supporte feststehenden Mutter veranlaßt sodann die Verschiebung des Supportes, deren Größe von der Steigung und Drehgeschwindigkeit der Leitspindel abhängt. Um in diesem Fall einen möglichst großen Geschwindigkeitswechsel herbeiführen zu können, sind die Transporträder auszuwechseln, d. h. durch Räder von größerem oder kleinerem Durchmesser zu ersetzen. Daher gehört zu dieser Drehbank eine größere Anzahl von Wechselrädern<sup>1)</sup>, welche gleiche Teilung aber verschiedene Durchmesser haben. Um dieselben aber trotz der verschiedenen Mittelpunkts-Entfernungen stets gehörig in Eingriff bringen zu können, ist die Achse, welche die beiden Räder w und x trägt, in dem Schlitz einer Tasche m verschiebbar und durch eine Klemmschraube feststellbar angeordnet. Die Stelltasche m selbst dreht sich um einen Hals der Leitspindel und wird durch Kreisschlitz und Durchsteckschrauben an einem Stücke des Bettes gehörig befestigt. Der Reitstock R endlich erhält eine Spitze i, welche mit der Schraube o verbunden ist, die mittelst einer in dem drehbaren Handrädchen B sitzenden Mutter eine entsprechende Verschiebung und dann durch die Klemme o eine sichere Stellung annimmt.

Die gewöhnliche Anordnung der Leitspindeldrehbänke bedingt namentlich dann eine zeitraubende Umtauschung der Wechselräder, wenn in rascher Folge abwechselnd der Support mit der Hand oder mit der Leitspindel geführt werden muß. Es ist deshalb die Konstruktion einer die Wechselräder aufnehmenden Tasche sehr beachtenswert, welche durch eine Bewegung den Eingriff mit dem auf der Leitspindel sitzenden Rade auslöst und zugleich ein Rad einrückt, welches die für das gewöhnliche Drehen erforderliche Übersetzung liefert<sup>2)</sup>. — Zum Antriebe der Leitspindel ist die S. 365 erwähnte Druckschaltung ebenfalls in Anwendung gebracht.

Es gibt in der Praxis der Dreherei eine Menge Gegenstände, die zwar wohl auf einer gewöhnlichen Drehbank hergestellt werden können, für die man aber zweckmäßiger besondere Drehbänke konstruiert, welche entweder die Arbeit mehr fördern, oder das Aufbringen des Arbeitsstückes erleichtern, oder größere Genauigkeit und besondere Bequemlichkeiten gewähren. Es beziehen sich die dazu angebrachten Änderungen entweder auf die ganze Drehbankanordnung oder auf einzelne Teile derselben. — Die wichtigsten derselben kommen besonders häufig in den Werkstätten für Fabrikation und Unterhaltung des Eisenbahnmaterials vor und sollen daher in folgendem noch kurz behandelt werden.

Die Räderdrehbänke<sup>3)</sup> zum Abdrehen der auf den Tragachsen feststehenden Eisenbahnwagenräder bezwecken die Herstellung möglichst runder Räder, deren Peripherie (Lauffläche) konzentrisch zu den Achsen liegt,

1) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1858, S. 162; 1892, S. 1374. — Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 6. — 2) Dinglers Journ. 255, 420. — 3) Wiebe, Skizzenb. 1873, Heft 85, Bl. 3, 4. — Heusinger v. Waldegg, Handbuch, Bd. IV, S. 242. — Publ. ind., Bd. 5, S. 392; Bd. 10, S. 359. — Prakt. Masch.-Konstr. 1868, S. 280; 1873, S. 123; 1874, S. 164; 1886, S. 295; 1892, S. 179; 1893, S. 57. — Dinglers Journ. 142, 9; 186, 437; 209, 88, 407; 234, 177; 255, 325; 260, 400; 285, 159.

und die verschieden angeordnet sind, je nachdem die Achszapfen außerhalb oder zwischen den Rädern liegen, aber stets so, daß eine vollständige Zentrierung möglich ist. Es sind daher Spitzen an der Spindel und am Reitstocke vorhanden. Die Spitzen sollen aber zur Vermeidung von Vibrierungen nicht mehr als mit höchstens 2400 bis 3000 kg zusammen belastet sein, weshalb bei solchen Rädern, welche mehr Gewicht besitzen, eine Entlastungsvorrichtung<sup>1)</sup> anzubringen ist. Eine Entlastungsvorrichtung besteht in einem Ständer, der mitten zwischen den Drehbankspitzen steht und die Hauptlast vermittelst einer Feder aufnimmt, die zugleich eine solche Nachgiebigkeit gewährt, daß die Achse nicht von den Spitzen gedrängt wird, wenn der mittlere, gewöhnlich nicht abgedrehte Teil nicht genau zentrisch läuft. — Eine andere Entlastungsmethode ist die vermittelst der Setzstöcke. Hierunter versteht man Lagerböcke, welche zwischen den Spitzen vorübergehend mit den Wangen verbunden werden und auf dem oberen Teile Lager tragen, in welche die Achsen mit ihren Hälsen von oben eingelegt werden. Bei denjenigen Lokomotivrädern, deren Achszapfen außerhalb der Räder sitzen, wird die Konstruktion der Setzstöcke jedoch gern vermieden. — Das Mitnehmen der Räder wird bei diesen Drehbänken gewöhnlich von zwei sehr großen Planscheiben bewirkt, wovon die eine an der Spindel, die zweite am Reitstocke sitzt, und welche beide eine Außenverzahnung haben, um durch Triebräder in Drehung versetzt zu werden, die ihrerseits von Riemenscheiben vermittelst Vorgelegeräder die Bewegung erhalten. Dadurch, daß beide Enden der Achsen Bewegung aufnehmen, wird ein Verwinden derselben verhütet. Der Gebrauch der Planscheiben ermöglicht zugleich in einfacher Weise die Entlastung der Spitzen, indem die Räder an den Scheiben befestigt werden; die Spitzen dienen dann lediglich zum Zentrieren und sind daher oft in den hohlen Spindeln verschiebbar, wodurch insbesondere auch das Einspannen erleichtert wird. Zur Führung des Werkzeuges sind mindestens für jedes abzudrehende Rad ein, sehr oft auch zwei Supporte, also zusammen zwei oder vier Supporte vorhanden.

Zum Abdrehen der Wagen- und Tenderräder, die ihre Achszapfen stets außerhalb der Räder haben, dienen mitunter ebenfalls besondere Lagerdrehbänke, bei denen die Achsen sich um ihre eigenen Zapfen drehen, indem diese in Lagern ruhen, die von festen Lagerböcken getragen werden. Die Drehung erfolgt sodann durch ein Zahnrad, welches eine hohle Welle umtreibt, die um die Mitte der Radachse liegt und durch Mitnehmer die abzudrehenden Räder faßt und herumführt. Die gehörig in zwei Lagern gelagerte, hohle Welle vertritt also die Spindel und ist zum Einbringen der Radachsen in der Achsenrichtung zerschnitten. — Eine ähnliche Anordnung erhält auch mitunter die Drehbank zum Abdrehen der Zapfen an den Eisenbahnwagenachsen (Achsendrehbank), wenn beide gleichzeitig abgedreht werden sollen, dadurch, daß die Achse zwischen zwei Reitnägeln (also toten Spitzen) liegt und durch eine in der Mitte der Bank liegende hohle Welle mit Stirnrad umgetrieben wird, durch die sie hindurchgesteckt und mit der sie mittelst acht radial gestellter Schrauben zentriert wird. — Zwei Supporte, welche durch Leitschrauben geführt werden, veranlassen dann das gleichzeitige Abdrehen beider Zapfen (doppelte Achsendrehbank). — Für die sämtlichen genannten Arbeiten an Rädern, Radachsen und Zapfen der Eisenbahnfahrzeuge dienen übrigens am häufigsten Planscheibendrehbänke mit zwei Planscheiben, weil sie namentlich das Einspannen erleichtern und sogar mehrere Arbeiten gleichzeitig gestatten. Eine mustergiltige Räderdrehbank mit Planscheiben und 600 mm Spitzen-

1) Organ 1867, S. 152. — Dinglers Journ. 134, 410.

höhe führt Fig. 397 vor Augen. Man erkennt bei S den auf dem Bette G festliegenden Spindelkasten, mit der S. 382 Fig. 385 beschriebenen Spindel-lagerung, und bei R den auf dem Bette verschiebbaren Reitstock. Das Arbeitsstück wird, während es an einem Kranhaken hängt, zwischen den Spitzen  $a_1$  und  $i$  zentriert und mit den Planscheiben P, P passend verbunden, welche dasselbe mit Hilfe der Führer F, F in Umdrehung versetzen. Dabei erhalten die Planscheiben ihre Drehung durch die Zahnkränze  $r, r$  mittelst zweier Trieb-räder, die sich im Innern des Bettes auf einer horizontalen Welle befinden, welche von den Stufenscheiben  $m$  und den entsprechenden Transporträdern  $t$  angetrieben wird. Außerdem kann, nach Auslösung der Wechselräder auch die Bewegung direkt und einseitig von der Spindel J auf die Seite 380 erklärte Art erfolgen. Die Drehbank ist mit zwei Kreuzsupporten T und T versehen, welche mit Hilfe zweier Platten derart auf dem Bette befestigt sind, daß sie sich sowohl in der Spindelrichtung als in der Querrichtung ein- und feststellen lassen. Die Schaltung bewirken die auf die Supporttschraube O, O aufgesteckten Ratschen K, K, die von herabhängenden Ketten bewegt werden, welche eine Auf- und Abbewegung ausführen. Diese geht endlich von einer Öse  $s$  aus,

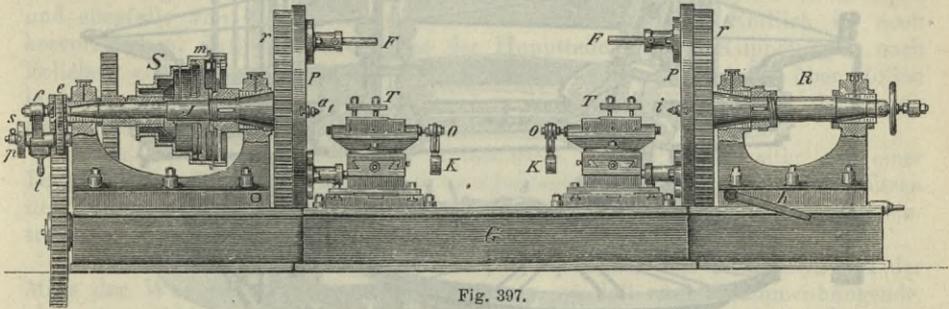


Fig. 397.

welche von einem kleinen Zapfen getragen wird, der sich mit der Scheibe  $p$  dreht und in einem Schlitz dieser Scheibe nach Bedürfnis exzentrisch verstellen läßt, um dadurch den Hub, also die Größe der Schaltung, zu regeln. Mit dieser Öse sind die über Deckenrollen laufenden Ketten verbunden. Die Drehung der Scheibe  $p$  erfolgt von der Spindel J aus durch die Stirnräder  $e$ , welche nach Hebung der Falle  $f$  ausgelöst werden können. — Zu bemerken ist noch, daß die Spindelkasten nach Lösung der Befestigungsmuttern in der Längsrichtung mit Hilfe eines Schraubenschlüssels  $h$  verschoben werden, der ein in eine Zahnstange greifendes Trieb dreht.

Zu den schweren Drehbänken gehören auch die Walzendrehbänke<sup>1)</sup> zum Abdrehen der Kaliber- und Glattwalzen für Eisenwalzwerke etc., die möglichst genau zylindrisch, also sehr sorgfältig, daher auch zwischen Spitzen abgedreht werden müssen. Um aber hierbei die Spitzen nicht übermäßig zu belasten, sind auch die Lagerböcke wie bei den Räderdrehbänken angebracht. Die Mitnahme der eingespannten Walzen findet durch Herzstücke von einer Planscheibe aus statt, die um die Spindel gedreht wird und zu dem Zwecke wie bei Fig. 397, mit einem Zahnkranz versehen ist, in den ein Trieb eingreift. — An solchen schweren Drehbänken erfolgt der Antrieb sehr oft durch eine Schnecke, welche in ein Schneckenrad eingreift, das den Kranz der Plan- oder

<sup>1)</sup> Hütte, 1861, S. 18. — Prakt. Masch.-Konstr. 1886, S. 295. — Dingers Journ. 160, 252; 261, 549; 274, 479; 297, 29.

Mitnehmerscheibe bildet. Zugleich läßt man dann sehr zweckmäßig diesen Kranz um einen zylindrischen Ring von großem Durchmesser laufen und nicht um die dünne Spindel<sup>1)</sup>, weil hierdurch eine größere Standfestigkeit erreicht wird.

Zum Abdrehen schwerer plattenförmiger Arbeitsstücke (Räder, Radreifen, Riemenscheiben u. dergl.) bedient man sich auch einer Drehbank, bei welcher die Planscheibe horizontal [Horizontale Drehbank, Drehmaschine<sup>2)</sup>] in einer kreisrunden Führung liegt und vermittelt eines angegossenen, nach unten gerichteten Zahnkranzes nebst Triebrad um einen zentrischen Zapfen gedreht wird. Über dieser Drehscheibe schwebt an einem vertikal und horizontal verstellbaren Träger das Werkzeug und zwar entweder zwischen zwei Ständern nach Art einer Hobelmaschine (S. 285), daher auch Rundhobelmaschine genannt, oder an einem vorspringenden Bocke, wie bei den Stoßmaschinen (S. 292). Diese Anordnung gestattet ein schnelles und sicheres Aufspannen des Arbeitsstückes mit Hilfe einer Zentrierspitze und ein gleichzeitiges Ab- und

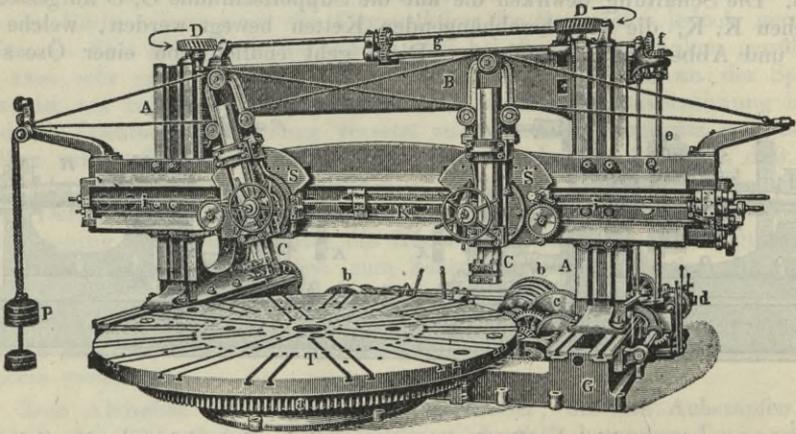


Fig. 398.

Ausdrehen (Ausbohren). In Figur 398 ist eine horizontale Drehbank mit elektrischem Antrieb von Ernst Schieß in Düsseldorf dargestellt, die dazu dient, Arbeitsstücke bis 9,5 m Durchmesser abzudrehen. Die horizontale Planscheibe T ruht, um ihre Mitte drehbar, auf dem Maschinengestell G und ist zum Aufspannen der Arbeitsstücke mit radialen Nuten ausgestattet. Über diesem Tisch schweben zwei Werkzeugträger S, S, getragen von einem Querbalken K, der vor den zwei Ständern A, A hängt, die auf dem Bett G verschiebbar und durch den Horizontalbalken B miteinander verbunden sind. Die Bearbeitung der Arbeitsstücke erfolgt nach Einstellung der Werkzeuge durch Drehbewegung des Tisches T und die Schaltbewegung der Werkzeuge unter Antrieb eines Elektromotors von etwa 25 Pferdekraften, der hinter dem Bett aufgestellt ist. Derselbe überträgt mittelst Zahnräderübersetzung die Bewegung auf Stufenriemenscheiben, die dieselbe durch Riemen auf die Stufenscheiben b, b übertragen. An diese schließt sich ein Zahnradvorlege c an, das die Bewegung verzweigt und zunächst mittelst weiterer Räderverbindungen dem mit der Planscheibe T verschraubten

1) Hesse, Werkzeugm. d. Wien. Ausst. S. 107. — 2) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1885, S. 416; 1892, S. 576; 1894, S. 1381. — Prakt. Masch.-Konstr. 1891, S. 92; 1894, S. 133; 1895, S. 83. — Dinglers Journ. 228, 111; 233, 31; 267, 14; 281, 289. — Ztschr. f. Werkz. 1901, S. 501.

Zahnkranz a und somit der letztern mitteilt, und zwar infolge der getroffenen Räderanordnungen in 20 verschiedenen Geschwindigkeiten in den Grenzen von 0,09 bis 4 Umdrehungen in der Minute. Die Werkzeugträger S, S lassen sich durch Drehung um eine horizontale Achse in jede Lage bringen, längs des Querbalkens K unabhängig verschieben und mit diesem sich höher und tiefer stellen, während im übrigen die Werkzeughalter C, C mittelst Handräder zur feinen Einstellung der Werkzeuge verschoben werden. Zur Vertikalbewegung des Querbalkens K dienen zwei Hängeschrauben D, D mit Schneckenantrieb von der Welle g aus, die durch Kegelräder f von der vertikalen Welle e in Umkehrung versetzt wird, die ihrerseits den Antrieb von dem Rädervorgelege d empfängt, das sich an das Triebwerk c anschließt. Die Schaltung der beiden Supporte S erfolgt längs des Querbalkens Q durch zwei Schaltschrauben i, i von der Welle e aus in der Weise, daß die Werkzeuge sowohl in der Richtung als in der achtfach veränderlichen Geschwindigkeit unabhängig voneinander geschaltet werden können. Eine durch den Querbalken sich hinziehende Stange vermittelt die Vertikalschaltung der Werkzeuge, wie bei Hobelmaschinen üblich ist. Das große Gewicht der Ständer A, A mit Zubehör gab Veranlassung, auch ihre Verschiebung auf dem Bette G durch Schrauben zu betätigen, die in G liegen und ebenfalls von dem Elektromotor aus gedreht werden. Endlich ist noch hervorzuheben, daß die Bewegungen der Hauptteile mittelst Kuppelungen nach Belieben ein- und auszulösen sind, und daß Gewichte P mittelst über Rollen laufender Drahtseile das Gewicht des 3,5 m langen Querbalkens mit den daran hängenden Teilen ausgleichen.

Um mehrere Arbeitsstücke, insbesondere Wellen, gleichzeitig auf einer Drehbank bearbeiten zu können, hat man besondere Docken mit 2 bis 6 Spitzen und Supporte mit ebensoviel Meißeln konstruiert, die in Durchbrechungen eintreten, in welchen die Wellen sich drehen<sup>1)</sup>.

Bei manchen Drehbänken steht ein Spindelkasten mit 2 Spindeln auf der Mitte der Wangen zwischen zwei Reitstöcken, so daß zwei zusammenhängende, aber mit unabhängiger Drehung ausgestattete Drehbänke (Doppel dreh bänke) entstehen, welche von einem Arbeiter bedient werden können, wenn die Supportverschiebungen selbsttätig erfolgen. Namentlich eignen sich diese Drehbänke zur Anfertigung kleiner Gegenstände, z. B. Schraubenbolzen, kleiner Wellen etc. — Zur Hervorbringung von Kugelflächen (Kugeldrehen) und Wölbungen, z. B. auf den Rollenfelgen der Riemenscheiben, der konkaven Ausdrehungen an Schraubenrädern usw., die so groß sind, daß sie nicht durch einen abgerundeten Drehmeißel hergestellt werden können, erteilt man dem Supporte eine Einrichtung, durch welche der Meißel gezwungen wird, sich um einen Punkt zu drehen, oder längs einer Kurve zu bewegen [Kurvensupport, Kugelsupport, Chariot circulaire, Ch. tournant, Ch. pivotant, *Revolving slide-rest*]<sup>2)</sup>. —

Die Drehbewegung der Drehbankspindel wird übrigens auch in außerordentlich häufigen Fällen zu anderen Zwecken als zum Drehen benutzt und somit die Drehbank durch die ausgedehnte Benutzbarkeit zu einem der unentbehrlichsten Hilfsmittel für die Metall- und Holzarbeiter.

So werden z. B. durch die Drehbank die Arbeitsstücke in Drehbewegung gesetzt, deren Oberflächen mit dem Rändelrad (S. 201) gerändelt werden sollen,

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1895, S. 1375. — Dinglers Journ. 229, 109; 233, 95. —

<sup>2)</sup> Berl. Verh. 1867, S. 197; 1872, S. 243. — Prakt. Masch.-Konstr. 1870, S. 83; 1873, S. 47; 1879, S. 22. — Dinglers Journ. 185, 270; 253, 66; 288, 34; 294, 83; 297, 29. — Zeitschr. f. Werkz. 1902, S. 6.

was bei kleineren Gegenständen (gerändelte Schraubenknöpfe) aus freier Hand, bei größeren (Kattundruckwalzen etc.) mit Hilfe des Supportes und der Leitspindel (Molettieren, Rändelmaschine, Molettiermaschine) vorgenommen wird. Läßt man dabei unter anderem das Rändelrad durch den Support so führen, daß es auf einem sich drehenden Blechzylinder die Eindrücke in Schraubenlinien hinterläßt und schneidet dann den Zylinder, ebenfalls auf der Drehbank, längs dieser Schraubenlinie auf, so erhält man einen langen verzierten Blechstreifen, der zu mancherlei Verzierungen an Klempnerarbeiten etc. Verwendung findet. — Auf dieselbe Weise wird die Drehbank gebraucht, um die Modelle mit dem aufgezogenen Blech (S. 213) zur Anfertigung der gedruckten Gegenstände in Drehung zu versetzen (Drückdrehbank, Tour presseur, T. à emboutir, T. à repousser, *Spinning-lathe*).

Wird zwischen den Spitzen der Drehbank eine Welle eingespannt, auf welcher eine Kreissäge sitzt und auf die Wangen eine Unterlage geschoben, welche den Tisch einer Kreissäge vertritt, so ist die Drehbank in eine Kreissäge verwandelt. — Durch Anbringung einer Fräse am Kopfe der Spindel oder einer Fräswelle zwischen den Spitzen entsteht eine Fräsmaschine oder eine Holzhobel- oder Holznutmaschine.

Vorzüglich geeignet ist die Drehbank zum Bohren; entweder indem der Bohrer mit der Spindel umläuft und das Arbeitsstück, oft mit Hilfe des Reitnagels, dagegen gedrückt wird, oder indem das Arbeitsstück sich dreht, also die Arbeitsbewegung erhält, während der Bohrer gegen das Arbeitsstück gedrückt, also mit der Schaltbewegung ausgestattet wird (in welchem letzteren Fall das Loch natürlich nur in der Achse des Arbeitsstückes liegen kann). Spannt man auf den Wangen der Drehbank genau zentrisch zu der Spindelachse einen Zylinder und zwischen den Drehbankspitzen eine Welle mit Bohrkopf ein, so kann die Drehbank mit bestem Erfolge eine Ausbohrmaschine ersetzen. — Erhält die Drehbank eine solche Einrichtung, daß mit derselben ohne wesentliche und zeitraubende Auswechslung einzelner Teile nebst den gewöhnlichen Dreharbeiten eine Anzahl anderer Arbeiten (Schraubenschneiden, Fräsereien u. dergl.) ausführbar ist, die sonst Spezialmaschinen notwendig machen, so nennt man sie Universaldrehbank, auch Universalwerkzeugmaschine. Eine sehr bemerkenswerte Ausführung [v. Pittler]<sup>1)</sup> zeichnet sich u. a. durch eine eigentümliche Anordnung des Supportes aus, indem letzterer eine Drehung des Meißelträgers in zwei senkrecht zueinander stehenden Ebenen und damit jede beliebige Stellung und Führung des Meißels oder eines in den Support eingespannten Arbeitsstückes (zum Fräsen etc.) gestattet. — Diese Drehbank ist in Fig. 399 und 400 vor Augen geführt und zwar in der Anordnung einer Leitspindeldrehbank. Sie bildet eine Prismadrehbank, deren Bett n einen trapezförmigen Querschnitt mit einer Aussparung für die Leitspindel o nebst Mutter m besitzt und auf gewöhnliche Weise mit dem Gestelle verbunden ist. Bei R trägt das Bett den Reitstock, bei S den Spindelkasten mit der Spindel i, die durch die Riemenstufenscheiben r und das Rädervorgelege 1, 2, 3, 4 in Umdrehung versetzt wird. Eine vollständig neue Anordnung ist dem Supporte U gegeben. Das Bett n nimmt einen zylindrischen Schlitten l auf, der zugleich die Mutter m der Leitspindel trägt, und ein ringförmiges Stück d, das zur Aufnahme des Quersupports a c dient, der mit dem runden Schaft e in einer Bohrung des Ringes d steckt und daher um diesen Schaft gedreht, also in jede Lage zu der Drehbankachse gebracht werden kann. Da nun zugleich der Ring d um

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1891, S. 1315; 1892, S. 576. — Zeitschr. f. Werkz. 1898, S. 179. — Dinglers Journ. 284, 6; 286, 252; 287, 10.

den Schlitten l herumzudrehen ist, so ist damit die Möglichkeit gewonnen, dem Support überhaupt jede beliebige Lage zu geben, während die Handkurbel y die Entfernung von dem Arbeitsstück regelt. Flügelschrauben bei c c stellen alle Teile gegeneinander fest. Die Leitspindel o kann mittelst einer Kuppelung u an die Welle p angeschlossen werden, die am Ende ein Kegelrad besitzt. Ein Gehäuse H ist drehbar um die Welle p angeordnet und mit einer Welle x versehen, die ein Schneckenrad f trägt, in das die Schnecke e der Spindel i eingreift, wenn das Gehäuse H vorgedreht ist. Auf der Welle x ist ein Kegelradpaar h verschiebbar durch den Handhebel z so angebracht, daß es von der Welle x mitgenommen wird. Je nachdem dann das obere oder das untere Kegelrad eingerückt wird, erfolgt die Umdrehung der Welle p, also der Leitspindel o nach rechts oder links und die Verschiebung des Supports U ebenfalls nach rechts oder links. Die Kuppelung u kann durch einen Handhebel n<sub>1</sub> oder durch eine Stange q ausgerückt werden, die durch Anstoßen des Schlittens c gegen den verstellbaren Knaggen u sich verschiebt und gegen den Handhebel n<sub>1</sub> wirkt. — Um die Bearbeitung eines Arbeitsstückes ohne Inan-

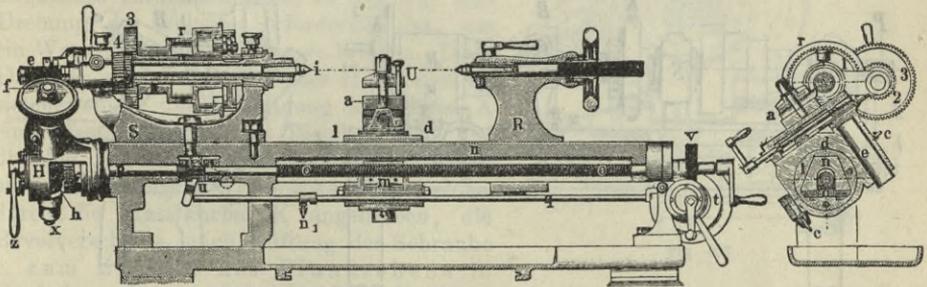


Fig. 399.

Fig. 400.

spruchnahme der Schneckenübersetzung fh beginnen zu können, also zur Wegnahme grober Späne, befindet sich noch auf der Spindel o das Schneckenrad v, in das eine Schnecke eingreift, die auf der Achse der Riemenscheiben t sitzt, die ihre Umdrehung entweder direkt von der Transmission oder von der Drehbankspindel i erhalten. Zur Änderung des Übersetzungsverhältnisses zwischen der i und der Leitschraube o z. B. zum Schraubenschneiden, genügt die Auswechslung der Schnecke f. Abgesehen von mehreren Vorrichtungen, die statt des Meißelträgers in den Schlitten eingesetzt werden können, z. B. zur Herstellung zahlreicher Gegenstände durch Fräsen, wobei die Spindel i mit Fräsen ausgestattet wird, ist namentlich die in Fig. 403 dargestellte Revolverscheibe bemerkenswert.

Als weitere Beispiele für die fruchtbringende Verwendung der Drehbank mögen noch folgende dienen. — Zur Herstellung der Zündhölzchen wird ein runder Klotz aus Aspen- oder Pappelholz auf die Drehbank gebracht und in Drehung versetzt. Sodann werden auf der Peripherie schmale Kerben eingedreht, welche soweit voneinander sitzen, als die Hölzchen lang sein sollen und darauf der Klotz mit einem langen Messer abgeschält, welches einen solchen Vorschub erhält, daß es bei jeder Umdrehung des Holzstückes um die Dicke der Hölz-

1) Prakt. Masch.-Konstr. 1893, S. 3. — Dingers Journ. 226, 136; 232, 220; 233, 100; 259, 63; 265, 7; 269, 145; 279, 200. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 253; 1898, S. 213, 309; 1899, S. 3; 1901, S. 384.

ehen radial vorrückt. Dadurch fallen lange Blätter ab, welche nur durch eine Spaltmaschine mit selbsttätigem Vorschub weiter zerschnitten, die fertigen Hölzchen liefern. — Dieselbe Methode steht zur Anfertigung der hölzernen Schuhstifte und der langen dünnen Fournierbretter in Gebrauch. — Dreht man eine Holzscheibe, welche rechtwinklig gegen die Fasern vom Stamme eines spaltbaren Holzes abgeschnitten wurde, zu einem Ringe von beliebigem Querschnitte ab und spaltet sodann diesen Ring radial in viele Stücke, so erhält man ebensoviele kongruente Holzklötzchen von der Gestalt des Querschnittes. Auf diese Weise werden die als Kinderspielzeug vorkommenden Tiere etc, sodann mitunter auch runde Scheiben usw., zur Vollendung durch das Schnitzmesser etc. vorbereitet. — Erwähnt mag noch werden, daß auf Holzdrehselwaren Ringe von verschiedenem Aussehen durch Anhalten abfärbender Stifte hergestellt werden. Zinn gibt auf solche Weise einen weißen Metallstreifen,

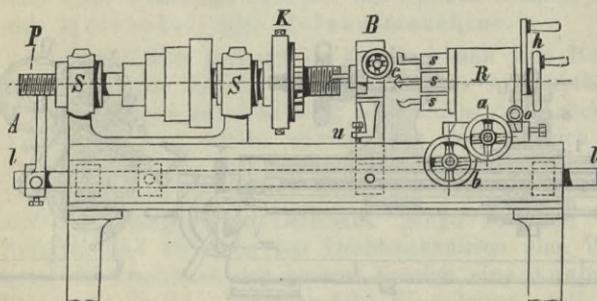


Fig. 401.

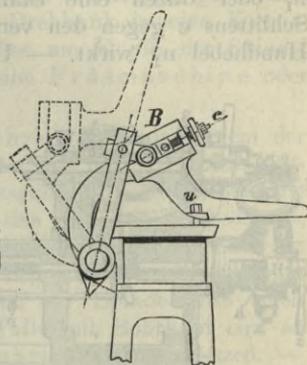


Fig. 402.

die Kurkumawurzel einen gelben, Rotholz einen roten und ein hartes Stück Eichenholz einen braunschwarzen Streifen, der von einer oberflächlichen Verkohlung herrührt.

Wenn die Notwendigkeit vorliegt, zur Anfertigung eines Gegenstandes auf der Drehbank mehrere Werkzeuge, z. B. Stähle mit verschieden geformten Schneiden in einer gewissen Reihenfolge zur Anwendung zu bringen, so ist es sehr erwünscht, zur Vermeidung des Umspannens einen Werkzeugträger anzubringen, der sämtliche Werkzeuge aufzunehmen und einzeln nach Bedürfnis zur Wirkung zu bringen gestattet. In der Regel wählt man zu diesem Zwecke als Werkzeugträger eine zylindrische Scheibe, in welcher konachsal oder radial Werkzeuge befestigt werden, und die um eine wagerechte oder senkrechte Achse derart zu drehen ist, daß infolge dieser Drehung das betreffende Werkzeug in die richtige Lage zum Arbeitsstücke und durch Verschiebung des Werkzeugträgers längs der Drehbankwangen zum Angriffe gelangt. Drehbänke mit diesen Drehsupports (Revolverkopf) heißen Revolverdrehbänke und finden immer mehr und mehr Verbreitung. — Bei einer durch Fig. 401 u. 402 vergegenwärtigten Konstruktion ist die zum Durchschieben längerer Arbeitsstücke (Stäbe) hohle, mit Stufenriemenscheiben versehene Spindel in dem Stocke S S gelagert und mit einem Klemmfutter K ausgestattet, welches das vorgeschobene Arbeitsstück in der Spindel zentriert und festhält. Der Revolverkopf R trägt 6 konachsal sitzende Büchsen s zur Aufnahme von Werkzeugen und ist nach Lösung des Stiftes o von dem Handgriffe h zu drehen, außerdem

durch die Handräder a und b mittelst Supportschraube, sowie Zahnstangentrieb wie ein gewöhnlicher Stichelträger (S. 388) verstellbar. — Da diese Drehbank zugleich zum Schraubenschneiden (s. Kapitel über Anfertigung von Schrauben) bestimmt ist, so befindet sich an derselben noch bei B ein zurücklegbarer Schraubenschneidapparat, dessen Schneidstahl mittelst der Schrauben c und u einstellbar ist. Dieser Schneidapparat ist auf einer verschiebbaren Spindel ll befestigt, welche mittelst des Armes A von der auf der Drehbankspindel sitzenden Patrone P eine Verschiebung erhält, so daß die Bewegung von B genau der Patrone P folgt.

Die in Fig. 403 hergestellte Drehscheibe ist der Drehbank Fig. 399 angepaßt. Statt des Supportes sitzt auf dem zylindrischen Schlitten l eine runde Scheibe A, um diesen Schlitten drehbar, aber auch durch eine Klemmschraube c auf demselben festzuklemmen und dann mit der Leitspindel längs des Bettes zu verschieben. In diesem Revolverkopf sind 8 große und 8 kleine Löcher a a zur Aufnahme von Werkzeugen, z. B. Bohrern, bestimmt, deren Achsen genau mit der Drehbankachse zusammenfallen, so daß nur eine Drehung der Scheibe erforderlich ist, um ein Werkzeug zur Wirkung zu bringen. Diese Drehung erfolgt mittelst eines Handrades H, welches ein in die Verzahnung der Scheibe A eingreifendes Zahnrad in Tätigkeit setzt. In dieselbe Schneckenverzahnung greift ferner eine bei z liegende Schnecke ein, welche, durch die Handkurbel K angetrieben, die Revolverscheibe, nach Lüftung der Schraube c, zum Zwecke des Plandrehens in Umdrehung bringt, wodurch der Drehstahl in einer Ebene an der vorderen Fläche des Arbeitsstückes vorüber kreist. Außerdem befindet sich auf der Schneckenwelle ein Kettenrad m, welches durch eine endlose Kette von den Riemenscheiben t (Fig. 399) Bewegung erhält und auf die Revolverscheibe überträgt, so daß diese Selbstgang erhält. Der Schneckenantrieb wird durch den Hebel bei z ein- und ausgelöst.

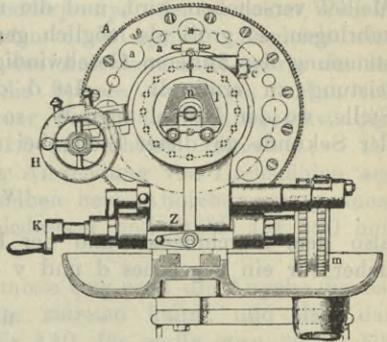


Fig. 403.

Drehbank mit toten Spitzen. Wenn es sich um die Herstellung möglichst genauer Drehkörper handelt, z. B. bei der Anfertigung der Zapfen an geodätischen und physikalischen Instrumenten, genauer Zylinder zur Bestimmung von spezifischen oder absoluten Gewichten usw., so ist, wie bereits S. 375 erwähnt wurde, das Drehen zwischen toten Spitzen unerlässlich. Eine gewöhnliche Drehbank kann sehr leicht in eine Drehbank mit toten Spitzen verwandelt werden, wenn man die Spindel durch eine Druckschraube festklemmt und auf dem Kopfe derselben eine umlaufende Scheibe anbringt, welche das Arbeitsstück durch einen Führer mitnimmt, oder indem man eine besondere Docke (Zentrierstock) auf die Wangen setzt, welche nur eine feste Spitze und eine um den Schaft dieser Spitze sich drehende Mitnehmerscheibe besitzt. Sollen besondere Spitzendrehbänke vorhanden sein, so wird die letzte Anordnung ihrer Konstruktion zugrunde gelegt. — Die S. 395 beschriebenen Achsen- und Räderdrehbänke gehören jedoch auch schon zu denjenigen mit toten Spitzen. — Eine äußerst sichere und genaue Führung wird übrigens auch erhalten, wenn das Arbeitsstück eine zentrisch runde Öffnung besitzt, indem man dasselbe mit dieser Öffnung um einen genau zylindrischen festliegenden Dorn dreht, auch mit Hilfe besonderer Zentriermuffen.

Die Holzdrehbänke gebrauchen mitunter noch unter dem Namen Wippe (*Tour à perche, Pole lathe*) eine Drehbank mit toten Spitzen, die nur aus zwei Spitzdocken, Wangen und Auflage besteht. Das Holz wird dann zwischen diesen Spitzen eingespannt und durch eine umgelegte Schnur (wie die Bohrer S. 352 durch den Bohrbogen) in wechselnde Bewegung gesetzt. Die vertikal gespannte Schnur ist zu diesem Behufe mit dem oberen Ende an einer federnden, unter der Decke sitzenden Holzstange (Wippe, *Perche, Pole*) befestigt und mit dem unteren Ende an einem Fußritze, der vom Arbeiter getreten wird. Künstlichere Einrichtungen dieser Wippe, deren Hauptwert eben die große Einfachheit ist, sind nicht in Aufnahme gekommen. —

Ein sehr wichtiger Faktor für die gute Wirkung der Drehbank ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Arbeitsstück umläuft und mit welcher der Meißel verschoben wird, und die natürlich, um eine schnelle Wirkung hervorzubringen, so groß als möglich gemacht werden soll, weshalb es auf die Bestimmung der äußeren Geschwindigkeitsgrenzen ankommt, um die größte Nutzleistung zu ermitteln. — Ist  $d$  der Durchmesser des Arbeitsstückes an der Stelle, wo der Meißel angreift, so ist die Geschwindigkeit  $v$  eines Punktes in der Sekunde an dieser Stelle bei  $n$  Umdrehungen in der Minute,

$$v = \frac{d \pi n}{60},$$

also dem Durchmesser und der Umdrehzahl proportional. Es bestimmt sich daher für ein gegebenes  $d$  und  $v$  die Umdrehzahl

$$n = \frac{v 60}{d \pi}.$$

Hieraus folgt zunächst die Notwendigkeit, Stufenscheiben zur Erzielung verschiedener Umdrehungszahlen bei verschiedenen Durchmessern des Arbeitsstückes anzubringen.

Die absolute Umlaufgeschwindigkeit  $v$ , also die Schnittgeschwindigkeit, richtet sich namentlich nach dem Material, indem hartes Material (Eisen, Bronze etc.) eine geringere Geschwindigkeit zuläßt als weiches (Zinn, Holz etc.); dann aber auch nach der Beschaffenheit (Schneide, Härte) des Werkzeuges, nach der Lage seines Angriffspunktes (Anstellung); nach der Dicke und Breite des Spanes; nach der Bauart der Maschine insofern, ob diese ein Erschüttern oder Erzittern begünstigt oder verhindert. Bei großer Geschwindigkeit oder falscher Anstellung des Werkzeuges entsteht leicht das sogenannte *Schnarren*, welches von einem Zittern des Stahles herrührt, sich an dem Arbeitsstücke durch eine raue, aufgerissene Oberfläche kundgibt und sowohl die Genauigkeit als das gute Ansehen beeinträchtigt. —

Die Erfahrungen der Praxis geben nun für die beste Wirkung folgende mittlere Schnittgeschwindigkeiten an:

für weißes Gußeisen (Hartguß)	10 bis 20	mm in der Sekunde
„ Stahl	40 „ 50	„ „ „ „
„ graues Gußeisen	70 „ 80	„ „ „ „
„ Schmiedeeisen	100 „ 110	„ „ „ „
„ Messing und Bronze	150 „ 200	„ „ „ „
„ hartes Holz	200 „ 350	„ „ „ „
„ weiches Holz	500 „ 750	„ „ „ „

Die hierzu gehörenden Schaltgeschwindigkeiten (Spanbreiten) betragen durchschnittlich für jede Umdrehung für Metall 0,25 bis 0,50 mm, steigen aber bei

mittleren Drehbänken auf 1,0, ja selbst auf 2,0 mm; so ist z. B. beim Walzenabdrehen 0,3 bis 1,3 mm üblich. — Die Schaltung für Holzdrehbänke ist durchschnittlich 1 bis 1,25 mm.

In manchen Fällen und unter besonderen Umständen weichen die Geschwindigkeiten von den angegebenen bedeutend ab. So ist beim Abdrehen solcher Gegenstände, die äußerst genau ausfallen sollen und bei welchen daher das Werkzeug oft aus einem Diamantsplitter besteht, die Geschwindigkeit sehr gering, z. B. auf Bronze oder Messing nur 10 bis 15 mm, während andererseits für die Massenherstellung mancher Holzfabrikate die Drehbänke mit Transmissionsantrieb getrieben wohl 1000 bis 2000 Umdrehungen in der Minute machen, was bei einem Arbeitsstücke von 0,4 m Durchmesser einer Geschwindigkeit von 2 bis 4 m entspricht. — Die Schnittgeschwindigkeit kann auch bei Metall bedeutend gesteigert werden, wenn man für geeignete Abkühlung der Stähle Sorge trägt, indem man z. B. durch eine Schleuderpumpe oder aus einer Wasserleitung ununterbrochen kaltes Wasser auf den Stahl spritzt. Zugleich wird hierdurch eine Erwärmung und Ausdehnung des Arbeitsstückes, sowie der infolge der letzteren entstehende Druck auf die Spitzen vermieden. Man soll unter diesen Umständen beim Abdrehen eiserner Wellen die Schnittgeschwindigkeit auf 120 mm und die Schnittbreite auf 1,5 mm erhöhen können<sup>1)</sup>. — Die größten Schnittgeschwindigkeiten werden unter Anwendung von Drehstählen aus Schnellstahl (S. 13) erreicht, indem sich dieselben beim Abdrehen von grauem Gußeisen auf 450 mm, von weichem Schmiedeeisen und Stahl auf 600 mm steigern lassen<sup>2)</sup>.

Zur Beurteilung der Übersetzungsverhältnisse mag noch die Angabe dienen, daß ein Arbeiter etwa 60 mal in der Minute zutreten kann, und daß das Deckenvorgelege für kleine Bänke etwa 80 bis 110, für große etwa 30 bis 60, und für die Plandrehbänke 20 bis 40 Umdrehungen in der Minute macht. — Soll hiernach z. B. ein hart gelaufenes Eisenbahnwagenrad von 1,0 m Durchmesser mit einer Arbeitsgeschwindigkeit von 25 mm in der Sekunde abgedreht werden, so muß die Spindel etwa 0,5 Umdrehungen in der Minute machen. Die kleinste Scheibe an dem Deckenvorgelege habe 400 mm Durchmesser, die größte an der Spindel 800 mm Durchmesser und es macht also die Spindel bei 20 Umdrehungen des Deckenvorgeleges 10 Umdrehungen. Demnach muß in diesem Fall durch ein Rädervorgelege an der Drehbank die Bewegung auf die Spindel übertragen werden, das noch die Übersetzung von  $\frac{1}{20}$  veranlaßt. —

Die Bewegung des Meißels durch den Handsupport, welche die im Supporte liegende von einer Handkurbel gedrehte Schraube hervorbringt, wird gewöhnlich durch das Gefühl des Arbeiters reguliert. Diese Schraube hat durchschnittlich 15 bis 20 mm Durchmesser und ein flaches Gewinde mit ungefähr 3 bis 4 mm Steigung, wonach sich der Grad der Umdrehung bemessen läßt. — Bei Leitspindeldrehbänken haben die Supporttschrauben 25 bis 35 mm Durchmesser und ein flaches Gewinde von 4,25 bis 5,15 mm Steigung. — Die Leitspindel für die Verschiebung des Supportes bekommt je nach der Größe der Drehbank verschiedene Durchmesser und deshalb auch verschiedene Gewindhöhen oder Steigungen. Bei kleinen Drehbänken kann man etwa 6, bei mittleren 12 bis 16, bei großen 17 bis 25 mm Steigung annehmen, weil diese Maße den Dicken der Leitspindel entsprechen, wobei jedoch zu bemerken ist, daß die Leitspindeln mit 25 mm Steigung abwärts bis 18 mm sehr gewöhnlich ein doppeltes Gewinde erhalten. Bezeichnet man mit *h* die Ganghöhe

1) Deutsch. Ind. Zeit. 1885, S. 236. — 2) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1903, S. 1504.

der Schraube, mit  $s$  den Vorschub und mit  $u_1$  die Schraubenumdrehungen für eine Umdrehung des Arbeitsstückes, so ist

$$u_1 = \frac{s}{h}$$

wonach sich die Übersetzung von der Drehbankspindel aus bestimmt. Bei den Leitspindel-Drehbänken ist, weil verschiedene Geschwindigkeiten kombiniert werden müssen, daher stets eine gehörige Anzahl Wechsellräder notwendig, namentlich dann, wenn die Drehbank zugleich zum Schraubenschneiden (s. d.) dienen soll. —

Der Arbeitsverbrauch  $N$  der Drehbank setzt sich, wie bei den Werkzeugmaschinen überhaupt, zusammen aus der Leergangsarbeit  $N_1$  und der Arbeit beim Arbeitsgange  $N_2$ :

$$N = N_1 + N_2.$$

Nach den Untersuchungen Hartigs bedarf die Bestimmung der Arbeit  $N_1$  für Metaldrehbänke nicht nur der Angabe der Geschwindigkeit, d. h. der Spindelumdrehzahl, sondern auch der Berücksichtigung der Radübersetzungen zwischen Antriebswelle und Spindel. Ist  $n$  die Zahl der Spindelumdrehungen in der Minute, so ist nach folgenden Formeln die Leergangsarbeit in Pferdestärken zu berechnen

Zahl der Radübersetzungen zwischen Antriebswelle und Spindel	$N_1$ bei		
	leichter	mittlerer Ausführung,	schwerer
0	0,05 + 0,0005 n	0,10 + 0,0023 n	0,25 + 0,0041 n
2	0,05 + 0,0012 n	0,10 + 0,015 n	0,25 + 0,053 n
3—4	0,05 + 0,05 n	0,13 + 0,11 n	0,25 + 0,18 n

Es ist die Arbeit

$$N_2 = a \text{ } \textcircled{G},$$

wenn  $a$  die Arbeit in Pferdestärken für 1 kg stündlich abgedrehtes Material und  $\textcircled{G}$  das Gewicht der stündlich erhaltenen Späne in kg bedeutet.

Es ist sodann näher

$$\begin{aligned} a &= 0,069 \text{ für Gußeisen} \\ a &= 0,072 \text{ „ Schmiedeeisen} \\ a &= 0,104 \text{ „ Stahl.} \end{aligned}$$

Drehstuhl (Tour d'horloger, Tour à l'archet, *Turn-Bench*, *Turn*). Da die Größe der Drehbänke immer in einem gewissen Verhältnisse zu der Größe der Arbeitsstücke stehen muß, so nimmt dieselbe für Metallarbeiten so weit ab, daß die Bettlänge nur noch 150 bis 500 mm und die Spitzenhöhe 20 bis 30 mm beträgt. In diesem kleinen Maßstabe ausgeführte Drehbänke, welche Drehstühle genannt werden, lassen manche Konstruktionsvereinfachungen zu. Zunächst gehören sie ausschließlich der Gattung der Prismendrehbänke an, indem die Wangen aus einem viereckigen eisernen oder verstärhten oder stählernen Stabe von 10 mm Dicke und 25 mm Höhe gebildet werden, auf welchem sich die Docken befinden. Ferner ist ein Gestell selten vorhanden, weil das Prisma in der Regel in einen Schraubstock eingespannt oder vermitteltst kleiner Füße auf dem Werkische befestigt wird.

Die auf dem Drehstühle anzufertigenden Arbeiten erheischen gewöhnlich eine große Genauigkeit, weshalb die größte Zahl der Drehstühle mit toten Spitzen  $a$ ,  $b$  ausgerüstet ist (Spitzendrehstühle), und weshalb Drehstühle mit bewegter Spindel (Dockendrehstühle) seltener sind. — Bei den Spitzen-

drehstühlen (Fig. 404) befinden sich daher auf dem Prisma C zwei Docken A und B, wovon die eine B am äußersten Ende feststeht und die zweite A auf dem Prisma verschiebbar ist. Durch den oberen Teil jeder Docke ist, parallel zum Prisma, ein Stift geschoben, der zur Aufnahme des Arbeitsstückes an einem Ende eine Spitze, am anderen ein Grübchen trägt (Stiftendrehstuhl) und durch eine Klemmschraube fg festgestellt werden kann. — Mit seltenen Ausnahmen ist die Drehbewegung der Arbeitsstückes, wie bei der Wippe, eine abwechselnde und wird hervorgebracht durch einen Drehbogen (S. 352), welcher

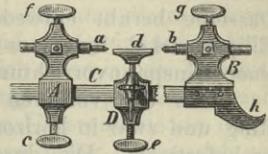


Fig. 404.

über eine Rolle (Drehrolle, Cuirot, *Ferrule*, *Ferril*, *Verril*) geht, die auf das Arbeitsstück geschoben wird. Statt einer einfachen runden Rolle, die mit einem zentrischen Loche versehen ist, gebraucht man oft Rollen, welche durch die Achse in zwei Hälften geschnitten sind und durch Schrauben verbunden werden (Schraubrollen, Cuirot à vis, *Screw-ferrule*), wodurch sie für Arbeitsstücke von verschiedenem Durchmesser brauchbar werden. Sind die Arbeitsstücke scheibenförmig oder hohl, so kommen andere Befestigungsvorrichtungen in Anwendung. Massive Scheiben werden auf eine kleine Kittscheibe aufge kittet, welche auf einer kegelförmigen Achse sitzt, deren Spitze in das Grübchen des Stiftes tritt. Der zweite Stift wird dann gegen die Mitte der abzdrehenden Scheibe gestützt. Auf der kegelförmigen Achse befindet sich die Schnurrolle. — Haben die Scheiben in der Mitte eine Öffnung, so schiebt man sie auf einen konischen Stift (Drehstift, Arbre, *Arbor*), der zwischen die Spitzen gebracht und durch eine darauf sitzende Rolle mittelst des Drehbogens gedreht wird. Zum besseren Festhalten des Arbeitsstückes schraubt man wohl dasselbe auf ein Gewinde, das sich auf diesem Drehstifte befindet, und, um das Losgehen zu verhindern, linksgängig sein muß (Linker Drehstift, Arbre à vis, *Screw arbor*). Eine Scheibe neben dieser Schraube dient dann teils zur Stütze des Arbeitsstückes, teils zur Verhütung des Verschiebens. Besser ist hier die Anwendung des linken Drehstiftes mit Mutter, auf dem das Arbeitsstück durch eine Mutter gegen eine kleine Scheibe gedrückt und festgehalten wird.

Der Dockendrehstuhl stimmt in der Konstruktion mit einer Prismendrehbank, — nur daß derselben das Gestell fehlt und daß die Spindelocke rechts zur Seite des Arbeiters sitzt, — und in der Betriebsweise mit dem Stiftendrehstuhle überein, indem die Spindelbewegung durch Rolle und Bogen bewirkt wird. Mitunter wird die Spindel übrigens durch eine kleine Handkurbel mit Zahnradübersetzung oder auch durch Trittrrad mit Schnur in Bewegung gesetzt.

Als Drehwerkzeug werden am Drehstuhle ausschließlich Grabstichel verwendet, welche auf eine Auflage D mit Krücke d gelegt, die auf der Stange C verschiebbar angeordnet und durch eine Klemmschraube e festzustellen ist, selten in einen kleinen Support gesteckt werden.

Unrunddrehen, Passigdrehen. Besonders in der Holzverarbeitung kommt die Anfertigung ovaler (elliptischer) und unrunder Formen oft vor (Bilderrahmen, Gewehrschäfte, Schuhleisten etc.). Zur Erzeugung solcher Formen auf der Drehbank kann man zwei verschiedene Wege einschlagen, da es ja darauf ankommt, außer der Drehbewegung noch eine radiale Verschiebung des Angriffspunktes der Meißelschneide, also eine schwingende Bewegung zu veranlassen. Entweder gibt man dem Meißel nur eine Bewegung parallel zur Spindelachse und dem Arbeitsstücke die drehende und schwingende Bewegung, oder der Meißel bekommt die schwingende und das Arbeitsstück die Drehbewegung.

Der erste Weg wird gewöhnlich eingeschlagen, wenn die Querschnitte des Arbeitsstückes elliptisch oder ellipsenähnlich sind, und zu dem Behufe das sogenannte Ovalwerk<sup>1)</sup> (Ovale, Machine à ovale, *Oval shuk*) angewendet. Dasselbe beruht entweder auf demselben Prinzip wie der S. 77 dargestellte Ellipsenzirkel, indem es nur eine Umkehrung desselben ist, oder es besteht aus einer Einspannvorrichtung von folgender Einrichtung.

An der vorderen Fläche der Vorderdocke liegt ein kreisrunder eiserner Ring und zwar in horizontaler Richtung verstellbar und mittelst zweier Schrauben zu befestigen. Die durch diesen Ring hindurchtretende Drehbankspindel trägt am Kopfe, auf gewöhnliche Weise damit verbunden, eine Planscheibe. Auf der Vorderfläche dieser Planscheibe ist in der Richtung eines Durchmessers eine schwalbenschwanzförmige Nut eingearbeitet, in welcher ein ebenso geformter schmaler Schieber liegt, der in der Mitte die Vorrichtung zur Aufnahme des Arbeitsstückes besitzt. Dieser Schieber hat ferner auf der Rückseite zwei Vorsprünge, welche durch lange Löcher der Planscheibe treten, den an der Docke befindlichen Ring außerhalb an zwei gegenüberliegenden Punkten berühren und demnach bei der Drehung der Spindel um diesen Ring herumgeführt werden. Ist besagter Ring konzentrisch zur Spindelachse befestigt, so bewegt sich der Schieber mit dem Arbeitsstücke nur im Kreise; wird der Ring aber seitwärts verschoben, so erhält der Schieber, also auch das Arbeitsstück, nebst der Drehung noch eine schwingende Bewegung in der Horizontalebene. Indem es nun bei einer Drehung zweimal um die Exzentrizität seitwärts bewegt wird, schneidet der feststehende Stahl an der Oberfläche die Späne so weg, daß der Querschnitt des Arbeitsstückes eine Ellipse wird.

Sind die Querschnitte dahingegen unregelmäßig, wie z. B. an Schulleisten, Gewehrschäften, Stuhlbeinen, Hammerstielen, Radspeichen, so verwendet man zur Herstellung derselben das sog. Kopier- oder Schablonensystem, das in verschiedenen Formen zur Ausführung gebracht wird<sup>2)</sup>. Fast immer

besteht die Maschine selbst (Kopierdrehbank, Tour parallèle à touche, *Excentric lathe*, *Blanchard-lathe*) aus einer Vereinigung der Drehbank mit der Fräsmaschine, insofern als das Arbeitsstück mit einer Drehbankspindel verbunden und das Werkzeug wie eine Fräse in Drehung versetzt wird und außerdem eine Beweglichkeit erhält, welche in jedem Augenblicke eine Annäherung oder Entfernung von der Drehachse des Arbeitsstückes genau dem zu erzeugenden Quer-

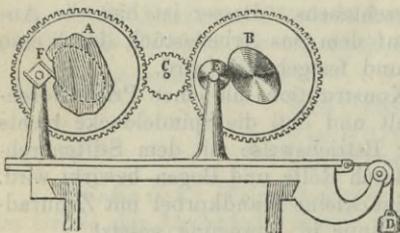


Fig. 405.

schnitte entsprechend bewirkt. Zur Erzeugung und Regulierung dieser letzten Bewegung dient (Figur 405) ein Modell B (Schablone), welches genau die Gestalt des anzufertigenden unrundern Gegenstandes hat und in diesem in Drehung versetzt wird. Gegen dieses Modell lehnt sich nun mit einer Rolle ein Schlitten, der die Fräse F am anderen Ende trägt und daher von einem Gewichte angetrieben der Oberfläche des Modelles folgend, die Fräse

1) Reuleaux, Theoretische Kinematik. Braunschweig 1875, S. 316 u. 336. — Prakt. Masch.-Konstr. 1870, S. 58; 1879, S. 490. — Dinglers Journ. 184, 119; 187, 458; 231, 130; 240, 16; 281, 94. — 2) Hütte, 1868, Taf. 6. — Wiebe, Skizzenbuch, 1870, Heft 68, Bl. 2. — Publ. ind., Bd. 7, S. 113; Bd. 14, S. 36. — Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 159; 1879, S. 158, 468, 489. — Exner, Bericht, S. 32. — Mitt. d. Hann. Gew.-Ver. 1862, S. 97. — Dinglers Journ. 131, 1; 191, 4; 193, 276.

stets in einer Entfernung von der Drehachse hält, welche dem jedesmaligen Querschnitte des Modelles genau entspricht. Die erforderliche, zusammenhängende Bewegung geht von der Spindel des Arbeitsstückes A aus und zwar durch Zahnräder mit Zwischenrad C. — Bei der einfachsten Ausführung dieses Prinzips liegen Arbeitsstück und Modell in einer Drehachse, und der genannte Rahmen erhält eine Längs- und Querverschiebung. — Gewöhnlich aber ist die Maschine so eingerichtet, daß von einem Modelle aus gleichzeitig eine größere Anzahl Kopien entsteht. Dann befindet sich auf einem schweren Untergestelle ein langer Schlitten, der durch eine Leitspindel oder eine Zahnstange in der Längenrichtung des Bettes verschoben wird. Auf diesem Schlitten liegen an dem einen Ende so viel Spindeln und an dem anderen Ende so viel Spitzen, als gleichzeitig anzufertigende (4 bis 6) Gegenstände. Die roh zugearbeiteten Holzstücke werden sodann zwischen diesen Spindeln und Spitzen eingespannt. Durch Zahnräder untereinander in Verbindung gesetzt, drehen sich sämtliche Spindeln von einem einzigen Triebrade aus. Die Holzstücke erhalten daher mit dem Rahmen eine hin- und hergehende und eine drehende Bewegung. Quer über den Holzstücken schwebt nun eine Welle, welche so viel sich drehende Fräsköpfe enthält, als Arbeitsstücke vorhanden sind, so daß auf jedes der letzteren eine Fräse einwirkt. Diese Fräswelle wird von zwei schnabelförmigen Teilen getragen, welche an einer horizontalen, der Welle parallelen Stange sitzen und mit dieser schwingen. An einem dieser schnabelförmigen Stücke sitzt ferner eine Rolle, die auf dem Modelle ruht, so daß der ganze rahmenartige Fräsapparat von diesem Modelle getragen wird. Indem das Modell wie jedes eingespannte Arbeitsstück von einer der genannten Spindeln in Bewegung gesetzt wird, hebt und senkt sich die Fräswelle genau nach dem Querschnitte des Modelles und arbeitet sämtliche Stücke so ab, daß sie unter sich und dem Modelle genau gleich werden. — Eine andere mit festem Stahl ausgestattete und wegen ihrer Einfachheit und allgemeinen Verwendung sehr empfehlenswerte Anordnung einer Passigdrehbank ist folgende<sup>1)</sup>: Der Spindelstock enthält eine hohle Spindel zum Mitnehmen des Arbeitsstückes; in dieser hohlen Spindel liegt eine massive, zur Befestigung des Arbeitsstückes und zur Bewegung desselben rechtwinklig zur Drehachse. Zu dem Zwecke sitzt am vorderen Ende der inneren Spindel eine kreisrunde, exzentrisch gegen die Achse verstellbare Scheibe, auf welcher eine Planscheibe, die das Arbeitsstück trägt, drehbar um diese Scheibe ruht, und welche von der äußeren Spindel mitgenommen wird. Indem nun die beiden Spindeln verschiedene Geschwindigkeit erhalten, muß bei der exzentrischen Lage des Arbeitsstückes dasselbe während einer Umdrehung mehrere Male dem Drehstabe genähert und von demselben entfernt werden und zwar um eine Größe, welche von der Exzentrizität der genannten runden Scheibe abhängt. Ist z. B. die Zahl der Umdrehungen der äußeren Spindel zu derjenigen der inneren 1:2, so entstehen ellipsenförmige Körper, bei dem Verhältnisse 1:3 entstehen Bogen-Dreiecke; 1:4 Bogen-Vierecke usw.

Wenn die Aufgabe nur darin besteht, Rotationskörper zu erzeugen, deren erzeugende geschwungene Linien sind (z. B. Säulen, Stuhl- und Tischbeine etc.) und die allgemein Stücke heißen, so vereinfacht sich der Kopierapparat, als es nur erforderlich ist, den Support oder den Meißelträger bei der Verschiebung in der Spindelachsenrichtung an einer auf dem Bette liegenden Schablone hinzuführen, welche nach Art der Lehren (S. 69) hergestellt ist. Solche Drehbänke nennt man Fassondrehbänke<sup>2)</sup>. — Eigentümliche Wir-

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1876, S. 762. — Prakt. Masch.-Konstr. 1875, S. 307. — Dingers Journ. 219, 394. — <sup>2)</sup> Hart, Werkzeugmasch., Taf. 3. — Exner, Werkzeuge, Bd. III. — Prakt. Masch.-Konstr. 1879, S. 51, 326; 1881, S. 404; 1884, S. 94. — Dingers Journ. 256, 65; 256, 212.

kungen, z. B. schräg um einen Zylinder laufende Nuten (wie sie auf Nähmaschinenwellen vorkommen), verschlungene Linien u. dergl. erzielt man dadurch, daß man dem Werkzeuge oder der Spindel durch Schablonenräder hin- und hergehende Bewegungen erteilt. — Auf diesem Prinzip beruhen auch die sog. Guillochiermaschinen zur Erzeugung jener auf Taschenuhrgehäusen etc. vielgebrauchten Linienverzerrungen [Guillochierungen]<sup>1)</sup>.

Eine ebenfalls hierher gehörende Drehbankanordnung ist die sog. Hinterdrehbank<sup>2)</sup>, welche, zum sog. Hinterdrehen rotierender Schneidwerkzeuge, insbesondere der Fräsen, Bohrer, Reibahlen u. dgl. bestimmt, der Hauptsache

nach den Zweck hat, die Schneiden dieser Werkzeuge mit Anstellungswinkeln und der Eigenschaft zu versehen, daß die Form der Schneiden infolge des Schleifens sich nicht ändert. Hierzu ist, wie S. 328 eingehend erklärt wurde, erforderlich, daß der Drehstuhl der Hinterdrehbank bei jeder Schneide des herzustellenden Schneidwerkzeuges eine abgemessene Hin- und Herbewegung rechtwinklig zur Drehbankspindel ausführt. Am dienlichsten hat sich zur Erzeugung dieser Bewegung eine Schablone oder Hubscheibe erwiesen, welche direkt in der durch Fig. 406 und 407 vor Augen geführten Weise auf den Schlitten des Meißelhalters einwirkt (Reinecker). Die von der Drehbankspindel mittelst Zahnräder in Umdrehung versetzte Welle a setzt durch Kegelräder eine vertikale Welle b in Umdrehung, welche die Hubscheibe c trägt. Auf der mit der Supportgrundplatte A verbundenen runden Drehplatte B befindet sich der Schieber C, auf dessen Rücken durch eine Schraube einstellbar der Meißelhalter

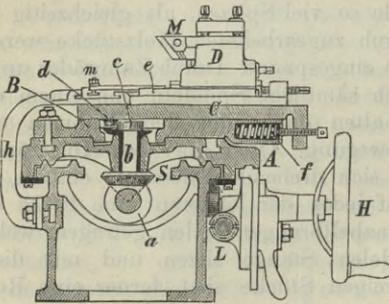


Fig. 406.

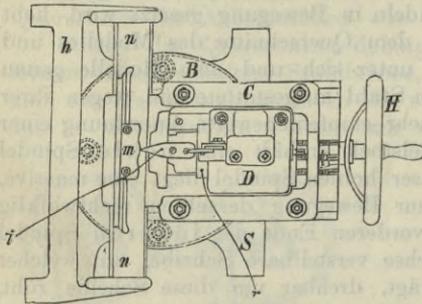


Fig. 407.

D mit dem Meißel M ruht. An dem Schieber C ist der Stift d angebracht, welcher gegen die Formscheibe c gedrückt wird und zwar infolge der Pressung, welche drei Spiralfedern f gegen den Schieber C ausüben, so daß der Schieber C mit dem Stahl M bei jeder Umdrehung von c eine oder mehrere entsprechende Schwingungen ausführt. Fest auf dem Schieber C sitzt noch eine Platte e, welche in der T Nut ein Lineal n aufnimmt, das parallel der Achse a liegt, die Leitkurven m trägt und derart mit dem Bügel h verbunden ist, daß es bei einer Bewegung des ganzen Supportes an der Mitbewegung parallel zur Achse verhindert wird, aber in der Richtung rechtwinklig dazu beweglich bleibt. Auf dem Schieber C sitzt, auf Federn verschiebbar gelagert, ein weiterer Schieber r mit dem Leitstift i, der mittelst Federn gegen die Leitkurve m gedrückt wird. Durch Verschiebung des Supportes S längs der Drehbank wird daher der Meißel M eine Bewegung ausführen, welche der Gestalt

<sup>1)</sup> Techn. Wörterb. Bd. 4. — <sup>2)</sup> Dingers Journ. 286, 5; 294, 99; 299, 180; 312, 153. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1890, S. 1391; 1897, S. 22; 1900, S. 1165.

der Leitkurven *m* entspricht und sich mit der Schwingungsbewegung des Schlittens *C*, hervorgebracht durch die Hubscheibe *c*, zu derjenigen Bewegung zusammensetzen, welche geeignet ist zur Herstellung hinterdreher Werkzeuge mit beliebigem Profil. Läßt man die Leitkurve *m* fort, so entstehen gradlinige Schneiden; setzt man *c* außer Tätigkeit, so erhält man mit einem Spitzstahl Rotationskörper von der Form der Leitkurve *m*, so daß diese Anordnung zugleich zur Erklärung von Schablonen oder Fassondrehbänken ganz allgemein dienen kann. Die Supportbewegung ist sowohl durch das Handrad *H*, als auch die Leitspindel *L* also selbsttätig möglich.

## K. Feilen und Raspeln.

Es gibt in der Verarbeitung der Metalle und des Holzes keine Arbeit, die sich so häufig wiederholt, als die Abnahme dünner Schichten von der Oberfläche, weil dies erforderlich ist, um die genauesten Dimensionen und vollendete Formen hervorzubringen (zum Einpassen, zum Aufpassen, zur Erzeugung größerer Berührungsflächen, zum Abgleichen etc.), und um eine große Glätte zu erreichen (bei Gußstücken durch Entfernung der Gußnähte, bei Schmiedestücken etc. durch Vernichtung der zurückgebliebenen Eindrücke des Hammers etc.). — Wenn zwar vermittelt der Meißel, Stichel, Hobel, Fräsen und der diese Werkzeuge vertretenden Maschinen in den meisten Fällen diese Arbeit genügend sicher, genau und schnell ausgeführt werden kann, so kommen doch andererseits sehr oft Fälle vor, wo die genannten Werkzeuge und Maschinen entweder zu unhandlich sind (Meißel, Hobel, Hobelmaschine, Fräsmaschine) oder zu langsam arbeiten (Stichel) oder nicht angebracht werden können (bei den Arbeiten des Goldarbeiters, des Uhrmachers, den Anbringungsarbeiten des Schlossers, des Tischlers, bei Reparatur- und Montierarbeiten des Maschinenbauers usw.), und wo also ein besonders handliches und zu diesen Arbeiten geeignetes Werkzeug unentbehrlich wird. —

Auf Seite 295 ist die Säge aus dem Meißel hergeleitet und als eine Multiplikation desselben aufgefaßt, welche vorzüglich brauchbar ist, tiefe aber schmale Einschnitte zu machen.

Durch Zusammenlegen einer Anzahl solcher Sägen zunächst in der Weise, daß die Zahnspitzen in eine Ebene fallen, erhält man eine, mit einer sehr großen Anzahl kleiner Meißel besetzte Fläche, also offenbar eine Potenzierung des Meißels, die nunmehr besonders befähigt ist, durch Abheben kleiner Späne, also dünner Schichten, die eben erwähnte Bearbeitung sicher zu bewerkstelligen, wenn die zu bearbeitende Oberfläche eben oder konvex krumm ist. Da man sich aber offenbar die dünnen Sägeblätter auch so nebeneinander gelegt denken kann, daß die Zahnspitzenreihen eine konvexe Zylinderfläche umschließen, oder von einer konkaven Zylinderfläche umschlossen werden, oder daß sie unter beliebigem Winkel zusammenstoßende Flächen (dreiseitiges Prisma) bilden usw., so ist ersichtlich, daß ein auf solche Weise entstandenes gedachtes Werkzeug einer außerordentlichen Mannigfaltigkeit in der Gestalt fähig und durch die verschiedene Größe, sowie deshalb zu einer sehr weitgehenden Verwendung in oben genannten Sinne berufen ist, weil dasselbe durch seine Handlichkeit überall leicht hingebacht werden kann, da es ferner in sich selbst steif genug wird, um eine Spannvorrichtung entbehren zu können. — So ist denn in der That diese Potenzierung des Meißels, d. h. das Werkzeug, dessen Oberfläche mit einer sehr großen Zahl kleiner Meißel besetzt ist und Feile (*Lime*, *File*) genannt wird, das unentbehrlichste Werkzeug des Metall-

arbeiters, und in besonderer Konstruktion als Râspel (*Râpe à bois, Rasp*) ein oft gebrauchtes des Holzarbeiters.

**1. Feilen.** Die Bedingungen, welche erfüllt sein müssen, damit eine Säge am vorteilhaftesten arbeitet, sind bereits S. 296 ausführlich entwickelt. Dieselben Bedingungen gelten im allgemeinen für die Wirkung der Feile: die Zähne müssen gehörig schneidend und auf den Angriff gestellt sein, und die Zahnlücken nicht nur während der Bewegung der Feile die abgenommenen Späne (Feilspäne, Feilicht, Limaille, *Filings*) beherbergen können, sondern auch wenn sie frei werden, d. h. außer Berührung mit dem Arbeitsstücke kommen, sich derselben sofort entledigen. Hierbei ist nun zu berücksichtigen, daß sich feinere Späne wegen ihres geringen Gewichtes leichter durch Adhäsion festsetzen als grobe schwere Späne, und daß die Späne der harten Metalle (Stahl, Eisen) leichter aus den Zahnlücken herausfallen als die der weichen Metalle (Kupfer, Blei, Zinn) und des Holzes, weil diese sich wegen ihrer großen Geschmeidigkeit besonders leicht einklemmen (die Feile verstopfen, *Pinning*). Es folgt hieraus, daß die Zahnlücken an den Feilen zum Gebrauch auf weichen Metallen und Holz größer sein müssen, als es an Feilen auf hartem Metalle erforderlich ist. — Der rascheren Arbeit wegen soll aber andererseits die Anzahl der gleichzeitig angreifenden Zähne möglichst groß, also die Teilung möglichst klein sein; ebenso trägt bei Abnahme sehr breiter Späne nach S. 296 eine Trennung der Späne in der Längenrichtung wesentlich zur Erleichterung der Arbeit auf hartem Metalle bei. Daher können die Feilen zum Gebrauch auf weichem Material Zähne besitzen, welche nicht nur größer sind, sondern auch ununterbrochen über die Fläche der Feile hinlaufen, d. h. sehr breit sind, während bei Feilen auf hartem Material im allgemeinen eine feinere Verzahnung und eine Teilung der Zähne in der Angriffslinie des Werkzeuges erwünscht ist. Hiernach teilen sich die Feilen bezüglich der Beschaffenheit ihrer Meißel oder Zähne in zwei Kategorien.

Die Feile wird in Wirklichkeit jedoch nicht dadurch erzeugt, daß man Sägen aneinander legt, sondern mit wenig Ausnahmen dadurch, daß man ein Stahlstück von bestimmter Form an der Oberfläche durch wiederholtes Einschlagen eines Meißels (Feilenhauen) mit Einschnitten versieht, die in ihrer Gesamtheit den Hieb (*Taille, Cut*) bilden. Laufen sodann die Zähne ununterbrochen über die Feilenfläche, so gehört die Feile der ersten Gattung an und heißt einhiebig (*Single-cut*), weil nur ein System von Hieben vorhanden ist. — Sollen dahingegen die einzelnen breiten Zähne in mehrere schmale verwandelt werden, so teilt man dieselben dadurch, daß man mit einem zweiten Meißel quer gegen das erste System ein zweites anbringt, weshalb diese Feilen zweihiebig (*Double-cut*) genannt werden.

Die Lage der Hiebe ist selten und dann auch nur bei einhiebigem Feilen rechtwinklig, beziehungsweise parallel gegen die Achse des Werkzeuges, sondern gewöhnlich gegen dieselbe geneigt, weil durch diese Lage nicht nur die Kraft des Arbeiters besser ausgenutzt, sondern auch der Vorteil des reduzierten Winkels (S. 244) und eine größere Sicherheit in der Führung der Feile erreicht wird. Bedeutet  $xx$  (Fig. 408) die Achse der Feile, so liegt der Hieb  $gg$  um den Winkel  $\alpha$  und der Hieb  $kk$  um den Winkel  $\beta$  gegen die Achse geneigt. Beide Winkel sind dann zwar nicht nur an und für sich, sondern auch untereinander verschieden und zwar ist  $\beta < \alpha$ ; durchschnittlich ist  $\beta = 52$  und  $\alpha = 70^\circ$ . Durch diese Winkelverschiedenheit wird nämlich erreicht, daß die Zähne nicht in einer Linie stehen, die der Feilenachse  $xx$  parallel liegt, sondern in einer Linie  $yy$ , welche gegen diese Achse eine Neigung  $\gamma$  hat, was den Vorteil eines besseren Angriffes gewährt. — Bei der Anfertigung der Feilen

wird nun zuerst der mit *gg* bezeichnete Hieb eingehauen, der gewissermaßen durch die Bildung der Schneiden *a,a,a* den Grund zur Feile legt (Grundhieb, Unterhieb, *Première taille*, *First course*), so daß einhiebige Feilen nur einen Grundhieb besitzen. Die infolge des Grundhiebes aufgeworfenen Schneiden *a,a,a* mit ihren scharfen Kanten würden jedoch beim Aufbringen des Hiebes *kk*, der den Grundhieb kreuzt (Kreuzhieb, Oberhieb, *Seconde*

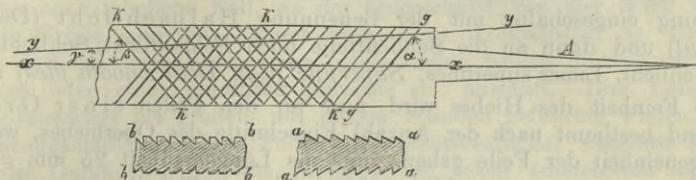


Fig. 408.

*taille*, *Second course*), sich leicht in die Lücken niederlegen und somit wieder verschwinden. Um dies zu vermeiden, werden daher, bevor der Oberhieb eingehauen wird, diese Kanten *a,a,a* auf einem Schleifsteine oder von einer Feile fortgenommen, so daß sie die abgestumpfte Form *b,b,b* erhalten, welche ein Niederlegen der Zähne nicht mehr befürchten läßt. So stellen sich die Zähne doppelhiebigere Feilen auch tatsächlich als vollständig ausgebildete kleine Meißel dar.

In bezug auf das Material, aus dem die Feilen hergestellt werden, ist zu bemerken, daß die genannten kleinen Meißel mit einer verhältnismäßig großen Basis ohne Gefahr des Abbrechens eine große Härte zulassen und solche daher, der geringsten Abnutzung wegen, auch erhalten. Die Feilen sind demnach aus Stahl, der, nachdem er den Hieb erhalten, gehärtet und in der vollen Härte (Glashärte) belassen wird. — In den Eisengießereien kommen wohl sehr große einhiebige Feilen zum Abputzen der Gußnähte, des anhaftenden Sandes (Verputzfeilen) vor, welche durch Gießen in Schalen, also aus Gußeisen mit weißer Kruste angefertigt werden (S. 130).

Die Feilen fassen natürlich um so kräftiger an, je größer der Hieb ist; sie hinterlassen dann aber auch mit groben Furchen versehene Flächen (einen groben Feilstrich). Ist es daher die Aufgabe, eine glatte Fläche zu erzeugen, so ist man genötigt, bei der Bearbeitung nach und nach zu Feilen mit immer feinerem Hiebe zu greifen, weshalb stets eine Anzahl Feilen zur Hand sein muß, die sich wesentlich nur durch die Feinheit des Hiebes unterscheiden. Für den gewöhnlichen Gebrauch genügen drei Abstufungen in der Feinheit; für besondere Fälle werden dieselben oft auf vier bis sechs ausgedehnt. Da außerdem die Arbeit, welche mit der Feile erzeugt werden soll, sehr verschieden in bezug auf die Feinheit des Feilstriches ist (selbst feine Maschinenarbeit darf noch grob gegen die Arbeit des Uhrmachers genannt werden), so sind auch wieder die Feinheitsabstufungen sehr verschieden, d. h. es kann z. B. der feinste Hieb einer Schlosserfeile noch viel gröber sein, als der gröbste Hieb einer Uhrmacherfeile. Deshalb sind die Feinheitsbezeichnungen immer nur vergleichsweise zu nehmen. Da aber andererseits die gröberen Arbeiten auch stets mit größeren (bis 500 mm langen) Feilen und die feineren Arbeiten immer mit kleineren Feilen (von 25 mm in der Länge aufwärts) ausgeführt werden, so hat man die Feinheit des Hiebes mit der Größe (Länge) der Feile in Zusammenhang gebracht und dadurch eine sichere allgemeine Übersicht geschaffen. Gewöhnlich genügen drei Abstufungen, die mit den Namen *Grob*, *Mittel*, *Fein*

bezeichnet werden, wonach die Benennungen grober Hieb (Grosse taille, *Rough cut*), Mittelhieb (Moyene taille, *Bâstard cut*) und feiner Hieb (Fine taille, Douce taille, *Smooth cut*) sich von selbst verstehen. Die Feilen mit grobem Hiebe werden gewöhnlich Grobfeilen, die mit Mittelhieb Bastardfeilen (*Limes bâstardes*, *Bastard files*) oder Vorfeilen und die mit feinem Hiebe Schlichtfeilen (*Limes douces*, *Smooth files*) genannt. — Dehnt man die Abstufungen weiter aus, so wird zwischen Bastard- und Schlichtfeilen noch eine Gattung eingeschaltet mit der Benennung Halbschlicht (*Demi-douce*, *Second cut*) und dann an die Schlichtfeile noch Feinschlicht, Schlicht-Schlicht, (Doppel-Schlicht, *Limes superfines*, *Superfine files*, *Deat smooth files*) angereicht.

Die Feinheit des Hiebes wird nun an den Feilen einer Größe aufgesucht und bestimmt nach der Anzahl Einschnitte des Oberhiebes, welche auf eine Längeneinheit der Feile gehen, und als Längeneinheit 25 mm = 1 Zoll (Zollfeilen) genommen. — Hiernach ist folgende Tabelle entstanden, welche jedoch nur als Anhaltspunkt für die Feinheitsbestimmung gelten kann, da die Zahlen nach Ländern, Gewohnheit usw. oft recht verschieden sind.

Hieb	Länge des behauenen Teiles der Feile in Millimetern und (Zollen)					
	100 (4)	150 (6)	200 (8)	300 (12)	400 (16)	500 (20)
Grob . . . . .	56	52	44	40	28	21
Bastard . . . . .	76	64	56	48	44	34
Schlicht . . . . .	112	88	72	70	64	56
Feinschlicht . . . . .	216	144	112	88	76	64

Aus dieser Zusammensetzung geht z. B. hervor, daß die Feinheit Schlicht einer 500 mm Feile gleich ist der Feinheit Bastard einer 200 mm Feile und der Feinheit Grob einer 100 mm Feile.

Für sehr große (über 500 mm lange) Feilen wird der Hieb oft noch bedeutend gröber und für die kleinen Feilen der Uhrmacher etc. noch viel feiner als die Tabelle angibt. So ist die Zahl der Einschnitte an einer 600 mm langen Feile oft nur 10 bis 12 auf 25 mm, während sie bei den Uhrmacherfeilen gewöhnlich 140 bis 190, sogar bei einer Gattung 230 beträgt.

Man erhält übrigens am besten einen Begriff von der Feinheit der Feilen durch die Anzahl der Zähnen, welche auf einer Flächeneinheit, z. B. 1 qcm stehen. Hierzu kann folgende Tabelle dienen.

Eine grobe	500 mm Feile besitzt	70 Zähnen auf 1 qcm
„ Bastard	„ „ „	185 „ „ „
„ Schlicht	„ „ „	500 „ „ „
„ grobe	200 mm „ „	230 „ „ „
„ Bastard	„ „ „	500 „ „ „
„ Schlicht	„ „ „	900 „ „ „
„ grobe	100 mm „ „	500 „ „ „
„ Bastard	„ „ „	1100 „ „ „
„ Schlicht	„ „ „	2000 „ „ „
„ Feinschlicht	„ „ „	7600 „ „ „

Außerordentlich verschieden ist die Form der Feilen, sowohl was den Querschnitt rechtwinklig und parallel zur Achse, als die Oberfläche anbetrifft. Bezüglich der Oberfläche sei zunächst hervorgehoben, daß die größte Anzahl

Feilen nach beiden Enden verjüngt, mitunter zu einer Spitze ausgebildet ist (Spitzfeilen, *Limes pointues*, *Taper files*). Bezüglich des ersteren Querschnittes ist zu bemerken, daß derselbe sich entweder aus geraden oder krummen, oder aus geraden und krummen Linien zusammensetzt, wonach geradflächige und krummflächige Feilen unterschieden werden können. — Die Größe dieses Querschnittes kann nun entweder von einem Ende der Feile nach dem anderen, oder von der Mitte nach beiden Enden abnehmen, oder endlich überall gleich sein. (Der noch mögliche Fall, wo der Querschnitt von der Mitte nach den Enden an Größe zunimmt, kommt nicht vor.) Gewöhnlich ist die Feile so gestaltet, daß sie nach einem oder nach beiden Enden dünner wird, also in einer Spitze oder einer stumpfen Schneide etc. ausläuft. Ihre Langform ist dann oft, besonders bei großen, mit beiden Händen geführten Feilen, bauchig, weil erfahrungsmäßig bauchige Feilen die unvermeidliche, wiegende Bewegung während des Gebrauches und die infolgedessen leicht entstehende abgerundete Oberfläche des Arbeitsstückes ausgleichen und mit größerer Leichtigkeit ebene Flächen zu bilden gestatten.

Zum Gebrauch stecken die Feilen gewöhnlich in einem Hefte (selten in zwei), wozu sie an einem Ende mit einer spitzigen, nicht harten Verlängerung (*Angel*, *Queue*, *Soie*, *Fang*, *Tang*, *Tongue*, *Spike*) versehen sind. Das Heft welches bequem in der Hand liegen muß, hat eine Gestalt, die Fig. 305 G, S. 267, zu erkennen ist. Für sehr kleine Feilen kann es bequem sein, ein Universalheft zu haben, das ist ein Heft, in dem die Feile durch eine Klemmschraube festgehalten wird. — Sehr große Feilen werden auch ohne Heft gebraucht; desgleichen sehr kleine Feilen, welche zu dem Zwecke entweder eine lange, nicht spitzige Angel haben, oder doppelt, d. h. so eingerichtet sind, daß zwei Feilen an einem Stücke sitzen, wo dann die eine Feile als Heft der anderen benutzt wird. — Da es dem Arbeiter bequemer ist, die Feile zum Angriffe zu bringen, indem er sie von sich abstößt, so sind die Zähne auch so gestellt, daß ihre Rücken dem Heftende zugekehrt sind, woraus sich von selbst ergibt, daß die Feile auf dem Rückwege nicht wirken kann, und daß es ihr nur schädlich ist, wenn sie auf dem Rückwege einen Druck empfängt. — Zum Festhalten des Arbeitsstückes, wenn dasselbe nicht schon durch das eigene Gewicht festliegt, dienen die S. 55 etc. beschriebenen Werkzeuge.

Beim Gebrauche auf Schmiedeeisen und Stahl werden die feinen Feilen zweckmäßig mit Öl versehen, weil sie dann sanfter angreifen. — Setzen sich die Feilen während der Arbeit mit Feilstaub voll, (verschmieren sie sich), was bei pelzigen und weichen Metallen (Zink, Kupfer, Blei etc.) selbst bei einhiebigen Feilen geschieht, so werden sie von Zeit zu Zeit mit Drahtbürsten (*Kratzbürsten*, *Gratte brosse*, *Skratch brush*) ausgeputzt, welche sich vorzüglich aus altem Beschlag von Baumwollkratzmaschinen herstellen lassen. Sind die Feilen außerdem besonders vom Öl schmierig, so nimmt man zur Reinigung Petroleum oder Benzin zu Hilfe, welches das Öl auflöst.

Die wichtigsten und gebräuchlichsten Feilen sind im folgenden zusammengestellt.

Dreieckige (dreikantige) Feilen (*Tiers-point*), *Lime triangulaire*, *Triangulair file*, *Three square file*). Der Querschnitt ist gewöhnlich ein gleichseitiges Dreieck, vom Heftende nach dem anderen Ende allmählich kleiner werdend, so daß die Feile spitz ausläuft und mehr oder weniger bauchig ist. Sie ist auf allen drei Seiten gehauen und daher besonders geeignet zum Einarbeiten dreieckiger Furchen. — Mitunter erhält sie überall gleiche Dicke, so daß die Flächen Ebenen bilden.

Viereckige (vierkantige), quadratische Feilen von quadratischem Querschnitt spitz auslaufend, und auf allen vier Seiten behauen. Die großen vierkantigen Feilen von 300—600 mm Länge und 25—50 mm Breite heißen Armfeilen (*Lime à bras, Carreau, Arm file, Rubber*); sie dienen zu den größten Arbeiten und kommen bis zu einem Gewichte von 9 Kilogramm vor. Von der Mitte an laufen sie nach beiden Enden in Spitzen aus, weshalb sie stark bauchig sind. Feilen dieser Art mit gleichbleibendem Querschnitt kommen selten vor.

Flache Feilen (*Lime plate, Plate large, Plate à main, Hand file, Flate file, Safe-edge*). Diese Feilen haben einen rechteckigen Querschnitt, der gewöhnlich vom Heftende zum andern so abnimmt, daß der Längenschnitt bauchig und das Ende stumpfschneidig wird, und die Breite gleich bleibt. Dieselben sind dann in der Regel nur an drei Seiten gehauen (eine schmale Seite bleibt ohne Hieb), weshalb sie sich besonders zum Ausarbeiten von Ansätzen eignen und deshalb Ansatzfeilen heißen. Da sie von allen Feilen wohl am häufigsten Anwendung finden und deshalb immer zur Hand sein müssen, so führen sie auch den Namen Handfeilen und kommen in den verschiedensten Größen und Feinheitsabstufungen, auch einhiebig (flache Zinnfeilen) vor. Je nach dem Verhältnisse der Dicke zur Breite unterscheidet man noch dickflache und dünnflache Feilen. Verjüngt sich eine flache Feile jedoch zu einer oder zwei Spitzen, so entsteht die spitzflache Feile (Spitzfeile), welche durchgehends an 4 Flächen (selten bleibt eine schmale Seite ohne Hieb) gehauen ist. Diese Spitzfeilen wurden früher in Stroh gewickelt in den Handel gebracht, was ihnen den Namen Strohfeilen gab, der noch heute gebräuchlich ist, obwohl die Einwickelung meistens aus Papier besteht. Spitzflache Zinnfeilen sind einhiebig.

Messerfeilen (*Lime en couteau, Knife file*). Diese haben einen vier-eckig keilförmigen Querschnitt, der aus einem gleichschenkligen dreieckigen Querschnitt durch Wegnahme der scharfen Kante entstanden ist. Sämtliche Seiten sind gehauen, die schmalen oft nur einhiebig. — Die breite Seite (Rücken) hat spitzwinklige Kanten und eignet sich daher besonders zum Ausarbeiten scharfer Einschnitte. Die scharfe Kante dient namentlich zum Einfeilen von Rinnen, z. B. in Schraubenköpfen etc. und ist deshalb in der Regel geradlinig, während der Rücken krumm, so daß das eine Ende der Feile spitz ausläuft.

Einstreichfeilen, Schraubenkopffeilen, Schwertfeilen (*Lozange, Slitting file, Feader edge, Screw-head file*). Diese Feilen haben einen Querschnitt, den man sich aus zwei mit den Rücken aneinander gelegten Messerfeilen zusammengesetzt denken kann, und besitzen demnach zwei schmale Flächen, weshalb sie wie die Messerfeilen zum Einfeilen (Einstreichen) der Furchen in Schraubenköpfen dienen.

Sägefeilen (*Lime pour scies, Saw file*). Zum Schärfen der Sägen dienen fast ausschließlich Feilen, deren Querschnitt der Zahnform angepaßt und so beschaffen sein muß, daß in den Zahnlücken keine scharfen Kanten entstehen, weil diese nicht nur die Späne sehr festhalten, sondern auch leicht ein Einreißen verursachen. Da die gewöhnlichen Zahnlücken dreieckig sind, so versteht man unter Sägefeile fast ausschließlich eine dreikantige Feile, deren Kanten weggeschliffen und ebenfalls gehauen sind, so daß streng genommen der Querschnitt ein Sechseck mit drei sehr schmalen und drei breiten Seiten bildet. Diese Feilen sind meistens spitz, mitunter stumpf.

Runde Feilen (*Lime ronde, Round file*). Diese Feilen haben eine schlank kegelförmige und etwas gebauchte, oder eine zylindrische Form. Ihre

ganze Oberfläche ist gehauen, aber der Hieb läuft nicht zusammenhängend um die Feile herum, sondern besteht aus Unterbrechungen, welche kurze ungehauene Stücke zwischen sich lassen, so daß in der Längenrichtung der Feilen Hiebstreifen entstehen, welche mit schmalen glatten Streifen abwechseln. — Diese eigentümliche Art des Hiebes ist durch die Anfertigung bedingt, welche keinen Meißel zuläßt, der über die ganze Fläche reicht, sondern bedeutend schmaler ist, weshalb auch dieser Hieb an anderen konvex geformten Feilen vorkommt. Kleine Feilen dieser Art (Rattenschwänze, Queue de rat, *Rat-tail*) und runde Schlichtfeilen sind auch gewöhnlich nur einhiebig.

Halbrunde Feilen (*Demi ronde*, *Half round*). Der Querschnitt dieser Feilen ist ein Kreisabschnitt, der von dem Hefende an allmählich kleiner wird, weshalb die gerade Fläche wie eine spitzflache Feile beschaffen ist. Die ganze Oberfläche ist gehauen; der konvexe Teil wie bei den runden Feilen streifenweise. Der Bogen, der dem Kreisabschnitte angehört, liegt zwischen 30 und 180°, bei der größeren Zahl aber zwischen 90 bis 120°. — Schwach gewölbte Feilen heißen auch wohl deshalb flachhalbrund.

Wälzfeilen, Arrondierfeilen (*Lime à arrondir*, *Round off file*). Diese Feilen bilden Zylinderabschnitte, welche nur auf der ebenen Fläche gehauen sind, indem sie die Bestimmung haben, die Zähne kleiner Zahnräder abzuglätten (Wälzen, Arrondieren, *Arrondir*, *Round off*).

Vogelzungen (*Feuille de sauge*, *Gross file*, *Grossing file*, *Double half-round*). Wenn zwei halbrunde Feilen mit den flachen Seiten aufeinandergelegt werden, entstehen övale Querschnitte (Bogenzweiecke) und die Feilen, welche obigen Namen führen.

Gabelfeilen (*Langue de carpe*, *Tongue*). Diese Feilen haben, wie die flachen Feilen als Grundlage ihres Querschnittes ein Rechteck; die schmalen Seiten jedoch sind konvex gekrümmt, wodurch die Feilen geeignet werden zur Ausarbeitung der Räume zwischen den Zinken der Gabeln, woher denn auch ihre Benennung. Außerdem dienen ähnliche Feilen zum Schärfen der großen Sägeblätter (Mühlsägefeilen).

Von denjenigen Feilen, welche außer den oben angegebenen noch in großer Zahl und für spezielle Zwecke in den mannigfaltigsten Formen, Größen und Feinheiten, namentlich z. B. bei dem Uhrmacher, Kleinmechaniker usf. in Gebrauch sind, mögen hier nur diejenigen angeführt werden, welche öftere Verwendung finden.

Riffelfeilen (Raumfeilen, *Rifloirs*, *Riflards*, *Riflers*) sind kurze, 25 bis 50 mm lange Feilen, welche fast in allen oben aufgezählten Formen, aber verschieden gebogen und gekröpft und gewöhnlich zu je zwei an einem Stiele vorkommen. Ihre Bestimmung ist, in Vertiefungen zu arbeiten, denen mit gewöhnlichen Feilen nicht beizukommen ist, weshalb sie Goldarbeitern, Graveuren, Bildhauern etc. unentbehrlich sind. — Haben diese Feilen sehr kleine Querschnitte, so heißen sie Feder- oder Nadelfeilen. Sie werden in der Regel nicht gehärtet, damit sie nicht leicht brechen, vielmehr sich während der Arbeit biegen lassen.

Liegefeile (*Rubber*). Diese Feile ist die einzige Feile, welche während der Arbeit festliegt und dadurch zur Wirkung kommt, daß man das Arbeitsstück darüber wegzieht. Sie ist nichts weiter als eine sehr breite Flachfeile.

**2. Raspeln.** Da sich selbst einhiebig Feilen beim Gebrauch auf Holz, welches der 4. bis 8. Härteklasse (S. 43) angehört, sehr leicht verschmieren, wenn der Hieb nicht grob ist, so pflegen Feilen zur Bearbeitung des Holzes selten gebraucht zu werden, um so mehr, als in den meisten Fällen der Meißel

und der Hobel vollständig zur Gestaltung ausreichen. Nur für Bildhauer, Drechsler, Büchenschäfter, Wagner, sind jedoch feilenartige Werkzeuge, welche das Ausarbeiten unregelmäßiger Vertiefungen und Erhöhungen durch Wegnahme kleiner Späne leicht gestatten, unentbehrlich. Dieselben dürfen sich nicht leicht verstopfen und müssen geeignet sein, in jeder Richtung zu den Fasern zu arbeiten. Durch große Lücken zwischen den Zähnen der Feile, also dadurch, daß die Zähne als kleine Pyramiden rundum auf eine größere Entfernung freistehen, ist die Feile für den besagten Zweck vollständig brauchbar gemacht und als Raspel in den Werkstätten des Holzarbeiters bekannt. Um diese kleinen raspelnden Pyramiden auf der Oberfläche des stählernen Raskelkörpers zu bilden, umgeht man den weitläufigen Weg der Aufbringung zweier Hiebe (Ober- und Unterhieb), indem man nur mit einem dreieckigen spitzigen, oder einem schmalen abgerundeten Meißel, der unter einem geeigneten spitzen Winkel aufgesetzt wird, kleine Gruben einschlägt und dadurch spitzige Erhöhungen (Raspelzähne) aufwirft, welche allerdings durchaus nicht wie bei den Feilen als schneidende Meißel, sondern nur als kratzende oder reißende Zähne zur Wirkung kommen. Die Raspel gehört deshalb zu den unvollkommensten Werkzeugen in bezug auf die Beschaffenheit ihrer wirkenden Teile.

Nach der Zahl und der damit in umgekehrtem Verhältnisse stehenden Größe der Zähne sind auch die Raspeln in grobe und feine einzuteilen, wenn zwar diese Einteilung allgemein nicht üblich ist. — Die Zahl der Raspelzähnen liegt zwischen 6 bis 160 auf 1 qcm, beträgt aber durchschnittlich etwa 12 bis 60 auf 1 qcm, so daß die feinsten Raspeln immer noch gegen grobe Feilen sehr grob sind, wie eine Vergleichung mit der Zusammenstellung auf Seite 412 erkennen läßt.

Die Länge und Form stimmt wesentlich mit derjenigen der Feilen überein, so daß die Länge zwischen 75 und 450 mm liegt, und die Form Benennungen hervorgerufen hat, die im Begriffe mit denjenigen der Feilen übereinstimmen.

Dreieckige Raspeln mit dreieckigem Querschnitte und feingezahnten Kanten.

Vierkantige Raspeln von quadratischem Querschnitte.

Flache Raspeln, gewöhnlich spitzflach, mitunter wie Ansatzfeilen gebildet (Ansatz-Raspeln). Die schmalen Seiten haben einen einfachen Feilenhieb.

Messerraspeln. Auf den breiten Flächen mit Raspel-, auf den schmalen Flächen mit einfachem Feilenhiebe versehen.

Runde Raspeln. Bei diesen Raspeln kommt außer den mit gewöhnlichem Raspelhiebe versehenen noch eine besondere Gattung vor, welche sich davon durch eine eigentümliche Anfertigung zu ihrem Vorteile unterscheidet. Die Anfertigung besteht darin, daß man eine vier- oder sechskantige Stahlsange an den Kanten mittelst eines Meißels mit einfachem Hiebe versieht und die Stange dann in glühendem Zustande schraubenartig um die Achse dreht, so daß etwa auf 25 mm eine Drehung kommt. Die dadurch in Schraubelinien gelegten Zähnchen greifen sehr scharf an und verstopfen sich viel weniger leicht als gewöhnliche Raspelzähne.

Halbrunde Raspeln. Gleichen den halbrunden Feilen. Mitunter ist die flache Seite mit einem einhiebigen Feilenhiebe versehen (Raspelfeile).

Vogelzungen-Raspeln. Auch durch Zusammenlegung zweier runder Raspeln gebildet.

Riffelraspeln. Besitzen durchaus den Charakter der Riffelheilen.

Zur Beschleunigung mancher Arbeit hat man, wenn auch selten, ebenfalls drehende Scheiben, deren Oberfläche mit Raspelrieb versehen ist, wie eine Frässcheibe, oder auf der Drehbank in Bewegung gesetzt (Raspelmaschine).

## L. Schleifsteine und Schleifmaschine.

Die Fräsen, Feilen und Raspeln bilden zusammengenommen einen Teil des Werkzeugapparates des Metall- und Holzarbeiters, mit dem eine so außerordentlich große Mannigfaltigkeit in der Arbeit erzielt werden kann, daß andere ähnliche Werkzeuge daneben entbehrlich scheinen. Allein sie haben den Nachteil, namentlich aus zwei Gründen die Arbeit sehr zu verteuern: teils wegen ihrer verhältnismäßig geringen Leistungsfähigkeit, teils weil sie die Schneiden bald einbüßen (leicht stumpf werden), wodurch eine fortwährende Erneuerung der Schneiden durch Nachschleifen, Aufhauen etc. erforderlich wird, welche umständlich und daher kostspielig ist, weil z. B. in den meisten Fällen ein Weichmachen und nachheriges Wiederhärten unvermeidlich wird. — Es erklärt sich deshalb unter anderem das Bestreben, die an die Stelle der Feile getretene Hobelmaschine (Feilmaschine), die Drehbank usw. bis zum äußersten auszunutzen, weil die hierbei zur Wirkung kommenden Werkzeuge nicht nur sehr einfach herzustellen und leicht imstande zu erhalten sind, sondern auch wenigstens den Feilen gegenüber einen höheren Wirkungsgrad besitzen. Aus demselben Grund haben die, von altersher an Stelle der Feilen etc. in Gebrauch stehenden, steinigen Naturprodukte nicht nur ihre Bedeutung behalten, sondern sich sogar künstlich nachgebildet worden. Da bei Anwendung dieser Steine wahrscheinlich zuerst das Arbeitsstück über dieselben hin- und hergeschleift wurde, so hat die Operation den Namen Schleifen (*Émoudre, Émoulage, Grinding*) und der hierzu passend gemachte Stein den Namen Schleifstein (*Meule, Grindstone*) erhalten.

Die Wirksamkeit der Schleifsteine beruht auf der Oberflächenbeschaffenheit der letzteren, indem diese eine sehr große Anzahl kleiner freistehender Spitzen aufweist, welche von dem, mit einem bestimmten Drucke darüber weggezogenen Arbeitsstücke kleine Spänchen abreißen oder ausritzen. Die Gestalt der Spitzen ist zwar je nach dem Kristallsysteme, dem der Stein angehört, verschieden, allein doch nie so scharfschneidig wie ein Meißel oder ein richtiger Feilenzahn; darum ist die Wirkung nicht mit der einer Feile, sondern mit der einer feinen Raspel zu vergleichen. Die Größe dieser freistehenden Spitzen und der damit zusammenhängenden Lücken oder Vertiefungen, das Korn, ist ebenfalls sehr verschieden, weshalb man auch grobe und feine Schleifsteine unterscheidet, welche nicht nur verschieden stark angreifen, sondern auch einen groben oder feinen Schliff hinterlassen.

Ein zweiter wichtiger Faktor ist die Härte des Steines. Es kann allerdings ein Körper, wenn er sich in Bewegung befindet, infolge der lebendigen Kraft, namentlich wenn er mit immer neuen Stellen auf dieselben Stellen eines anderen Körpers einwirkt, diesen letzteren bearbeiten, d. h. ritzen oder abschleifen — (wie z. B. eine sehr schnell drehende Messingscheibe Einschnitte in harten Stahl erzeugt und eine Scheibe von weichem Eisen bei 20 m Geschwindigkeit harten Stahl, bei 43 bis 100 m Geschwindigkeit sogar Achat und Quarz schneidet) —, allein in gewöhnlichen Fällen, wo diese große Geschwindigkeit nicht vorhanden ist, kann man den Satz aufstellen, daß das schleifende Material härter oder mindestens eben so hart sein muß, als der abzuschleifende Körper. — Je nach der Größe des Kornes und der Härte

greift der Schleifstein verschieden an. Deshalb unterscheidet man bei den kleineren Steinen nach der Reihenfolge, in welcher sie allmählich zum Angriffe gebracht werden, um die Spuren der vorhergegangenen wegzuschleifen; rauhe (Pierre rude), halblinde (Pierre demi-rude, Pierre demi douce) und linde (Pierre douce) im Anschlusse an die Bezeichnung grob, halbschlicht, schlicht für Feilen (S. 412).

Drittens muß der Stein ein gleichmäßiges Korn und eine gleichmäßige Härte besitzen, weil er sonst nicht nur ungleich angreift, sondern auch ungleich abgenutzt wird, was sehr bald zu Verunstaltungen führt, die künstlich beseitigt werden müssen. (Ein runder Drehstein wird bald unrund, ein ebener Stein bald ausgehöhlt, oder, wenn harte Adern denselben durchziehen, höckerig etc.).

Unter den von der Natur gebotenen Steinarten ist es besonders der Sandstein, der Schiefer und der Quarz, welche den oben erwähnten Bedingungen genügen und gehörig billig herbeigeschafft werden können.

Der Sandstein (Grès, *Sandstone*) bildet sich durch Verkitten des Sandes also jener kleinen, eckigen oder abgerundeten Quarzkörner, welche durch Zertrümmerung der quarzhaltigen, kristallinen Silikatgesteine entstehen und sich durch große Härte auszeichnen. Das Bindemittel der in Rede stehenden Sandsteine ist entweder Ton (Ton-Sandstein) oder Kiesel (Kiesel-Sandstein) oder Kalk (Kalk-Sandstein).

Von den Schiefem ist besonders der Tonschiefer anwendbar, da er in seinen verschiedenen Übergängen und Vermischungen, namentlich mit Quarz (Wetzschiefer) oder als Kieselschiefer eine Menge Härteabstufungen darbietet. Auch die Feinheiten sind sehr mannigfaltig, wenn zwar durchgehend ein feines Korn die Schiefer auszeichnet. Sie sind außerdem sehr durch die Farbe unterschiedlich, welche hellgrau, grauweiß, gelblichweiß, blaugrau, oft schmutziggriin und rötlich ist. Besonders hervorzuheben ist der blaue Schleifstein (blaue Messing Schleifstein) als ein weicher und der grüne Wetzschiefer (sächsischer Ölstein) als ein harter, sehr beliebter Schleifstein, wegen seiner Feinheit und Regelmäßigkeit im Korne.

Der Quarz liefert einen ungemein harten aber feinen und höchst gleichmäßigen Schleifstein, der unter dem Namen Kansas- oder Alkansas-Schleifstein aus Nordamerika eingeführt ist. Dieser Quarz, der dem Chalzedon nahe steht, zeichnet sich auch durch eine weiße Farbe und dadurch aus, daß er nach dem Tränken mit Öl durchscheinend wird. — Anzuführen endlich ist noch ein kieseliger Dolomit von sehr fein- und dickkörnigem Gefüge und guter Härte, welcher aus der Levante stammt und als levantischer Schleifstein oder türkischer Ölstein sehr geschätzt wird.

Von der größten Bedeutung sind die künstlichen Schleifsteine<sup>1)</sup> geworden, weil sie einen hohen Grad von Gleichförmigkeit mit Festigkeit verbinden, sich besonders leicht für einzelne Gebrauchszwecke in beliebiger Form und Feinheit herstellen lassen und daher das vorzüglichste Mittel zum Schärfen schneidender Werkzeuge bilden. Sie werden aus harten, pulverförmigen Substanzen hergestellt, die mit einem Kite zusammengekittet, oder auch durch Vermischen mit Sintermaterial und Brennen, oder durch chemische Verbindungen auf kaltem Wege vereinigt und durch Ausgießen oder Pressen in Formen in die bestimmte Gestalt gebracht werden. Zur Verwendung gelangen namentlich Schmirgel, Quarz oder Feuerstein, scharfer Sand oder harter Sandstein, mitunter auch Bimsstein. In erster Linie steht der Schmirgel (s. unter Polier-

<sup>1)</sup> Dinglers Journ. 156, 398; 160, 315; 190, 197; 212, 368; 213, 21, 196; 215, 379; 235, 243; 239, 412; 241, 76; 249, 142; 273, 449.

mitteln im 3. Abschnitte) wegen seiner Härte und der Beschaffenheit seines Kornes, das scharf angreift und schnell wirkt.

Durch folgende Kitte und Methoden werden die Substanzen in künstliche Schleifsteine verwandelt. 1. 3 Teile Schmirgelpulver werden mit 1 Teil Schellackpulver innig gemischt und bis zum Schmelzen des Schellacks erwärmt, in Formen gepreßt. — 2. Da Schellack mit Schmirgel gemischt nur bei hoher Wärme schmilzt, so ist folgendes Verfahren vorzuziehen. Man schmilzt zwei Schellack mit 1 Kolophonium und mischt so viel Schmirgel in die Masse, als sie aufnehmen kann, darauf preßt man sie in Formen, in deren Mitte genau zentrisch ein Dorn steckt, welcher das Loch ausspart mit dem die Scheiben auf der Drehachse befestigt werden. — 3. Billiger, aber auch weniger haltbar werden diese Steine, wenn man statt des Schmirgels Quarzpulver oder Sand nimmt. — 4. Man vermischt Schmirgel mit feuerfestem Ton, formt und brennt die Mischung hart. — 5. Feingestoßener und gesiebter Sandstein wird mit Porzellanton vermengt, getrocknet und im Scharffeuer eines Steingutofens gebrannt. — 6. Unter dem Namen „Tannite-Schleifsteine“ werden Schmirgelscheiben angefertigt, die aus Schmirgel, Leimlösung und roher Gerbsäure bestehen. — 7. Häufig verwendet man einen Kitt aus 9 Gewichtsteilen gebrannter Magnesia und 9 Gewichtsteilen Chlormagnesiumlösung von 30° Baumé, dem 42 Gewichtsteile Schmirgel zugesetzt werden. — In neuerer Zeit sind die Schleifmaterialien um einige künstliche Mittel vermehrt, unter welchen der künstliche Korund (Korubin) und das Karborund hervorzuheben sind. Das Korubin ist Aluminiumoxyd, das bei dem aluminothermischen Verfahren (siehe Schweißen) als Schlacke abfällt und wie Schmirgel behandelt wird. Zur Herstellung des Karborundes<sup>1)</sup> wird ein Gemisch von 50% reiner Kohle, 25% Aluminiumsilikat und 25% Kochsalz durch den elektrischen Strom zusammengesmolzen, das Schmelzprodukt gepulvert, gesiebt und zur Anfertigung von Schleifscheiben mit Porzellanmasse gemischt unter starkem Drucke zu Scheiben gepreßt und in Kapseln des Porzellanofens gebrannt.

Die Schleifsteine werden entweder beim Gebrauch trocken oder naß gehalten. Im trockenen Zustande greifen die Körnchen zwar besser an, so daß das Abschleifen schneller von statten geht, allein die Arbeitsstücke erwärmen sich — weshalb die harten, stählernen Werkzeuge weich werden — und die abgestoßenen Metall- und Steinteilchen wirken sehr nachteilig auf die Atmungsorgane der Arbeiter ein. Daher wird das Trockenschleifen nur in den Fällen ausgeübt, wo die Berührung der Arbeitsgegenstände mit Wasser vermieden werden muß, oder wo eine zu große Erhitzung nicht zu erwarten steht: bei langsamer Bewegung. Dann sollte aber stets für eine Entfernung des Schleifstaubes durch Ventilatoren usw. gesorgt werden. In den meisten Fällen geschieht das Schleifen naß, d. h. mit Schleifsteinen, die durch Wasser (Wassersteine) oder Öl (Ölsteine) stark genäßt oder angefeuchtet sind. Beim Schleifen mit Wasser ist, selbst bei bedeutenden Geschwindigkeiten der Arbeitsbewegung, ein Weichwerden harter Stahlwerkzeuge nicht zu befürchten, und durch das Aufnehmen des Schleifstaubes auch die Gefahr für die Gesundheit beseitigt. Die geschliffene Fläche wird außerdem gleichförmiger und ansehnlicher, da durch die Ausfüllung der kleinen Vertiefungen an der Steinoberfläche mit Wasser oder Schlamm ein zarteres Angreifen statt hat. Bei Verwendung von Öl fallen selbstverständlich auch die Ursachen der Rostbildung weg, so daß die feinsten Stahlschneiden auf Ölsteinen geschliffen werden. Außer-

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1894, S. 1081. — Dinglers Journ. 288, 192; 289, 120, 167; 290, 95; 294, 144.

dem hat das Öl den Vorteil, den Stein stets feucht zu erhalten und mit dem Schlamm eine Paste zu bilden, welche sich in die Poren setzt und dadurch einen höchst zarten Schliff herbeiführt.

Insofern an dieser Stelle nur das Schleifen in Betracht kommt, welches durch Abnahme sehr feiner Spänchen die Hervorbringung höchst glatter und genauer Oberflächen oder das Anschärfen von Werkzeugen betrifft, während in einem späteren Kapitel das Schleifen als Verschönerungsmittel beschrieben werden soll, beschränkt sich die Abhandlung hier auch auf den Gebrauch der natürlichen und künstlichen Schleifsteine mit Hinweis auf das Kapitel Verschönerungsarbeiten.

Was zunächst die Form und die Größe derselben anbetrifft, so sind diese von großer Mannigfaltigkeit, je nachdem das Werkzeug oder das Arbeitsstück die Arbeitsbewegung erhält. Bewegt sich das erstere, so hat es die Gestalt einer zylindrischen oder ringförmigen Scheibe, welche entweder die Peripherie oder die flache Seite zum Schleifen darbietet und um eine horizontale oder eine vertikale Achse in Drehung versetzt wird. Die Anordnung einer horizontalen Achse ist die Regel (Drehstein).

Die gewöhnlichen Drehsteine haben einen Durchmesser von 50 bis 1200 mm und je nach ihrer Bestimmung eine Breite (Dicke) von 6 bis 300 mm. Ihre Achse, welche vielfach innerhalb des Steines viereckig ist und in einem viereckigen Loche des Steines durch eingetriebene Holzkeile befestigt wird, ruht mit zwei Zapfen in Lagern, welche auf den zwei Wänden eines Troges sitzen, in den der Stein etwa bis zur Hälfte eintaucht, und der den Zweck hat, die abgeschliffenen Teile (Schliff, Schleifel, Schlips, Moulée, *Slip*) aufzunehmen, die durch Wasser, welches zugleich zum Naßhalten des Steines sich im Troge befindet, oder das aus einer Kanne oder einer Röhre auf den Stein geleitet wird, ununterbrochen von dem Steine abgewaschen werden. Außerhalb des Troges erhält sodann die Achse entweder eine Handkurbel, oder eine Kurbel mit Trittbewegung, wie bei einer Drehbank, oder Riemenscheiben für Elementarbetrieb, als Antriebsvorrichtung. — Bei größeren Steinen verwendet man statt der viereckigen Drehachse mit Holzkeilbefestigung eine Achse mit aufgesteckten und durch Schraubenmutter festzuklemmenden Scheiben, welche den Stein zwischen sich nehmen und, wie eine Kreissäge festhalten, weil Holzkeile leicht locker werden, oder gar den Stein zersprengen können, in welchem Fall wegen der bedeutenden lebendigen Kraft des bewegten Steines die größte Gefahr für die Arbeiter entsteht. Dies ist auch der Grund, warum der Trog nicht nur sehr stark (aus Gußeisen oder dicken Holzbohlen) angefertigt, sondern außerdem oft mit einer bogenförmigen Kappe versehen wird, die einen großen Teil der oberen Steinhälfte umgibt, so daß der Stein mitunter nur an dem 5. oder 6. Teil der Peripherie zugänglich ist. — Da sehr große Steine mit gutem gleichförmigem Korne nicht immer leicht zu haben sind, so setzt man sie wohl aus einzelnen Segmenten zusammen. Hierbei verfährt man zweckmäßig in der Weise, daß man die Segmente mit der dem Mittelpunkte zugekehrten konkaven oder graden Fläche an eine runde oder polygone gußeiserne Trommel legt, welche mit Rändern versehen ist, zwischen welche sich die Steinsegmente legen. Die Befestigung geschieht dann außer durch Kitt oder Zement entweder noch vermittelt Bolzen, die parallel zur Achse durch die Trommelränder und den Stein gezogen werden, oder auch vermittelt einer in den Stein eingearbeiteten Nut, in welche ein an der inneren Fläche der Trommelränder sitzender Vorsprung eingelegt wird. In diesem Fall muß natürlich eine der Seitenscheiben gegen die Trommel verschiebbar eingerichtet werden. — Für Steine mit ebener Schleiffläche kittet man Schmirgel- oder Sandstein-

stücke zwischen radialen Winkelrippen einer runden Scheibe mit hohem Außenrand ein.

Die mit künstlichen Steinen, insbesondere Schmirgelscheiben versehenen Schleifvorrichtungen heißen Schleifmaschinen<sup>1)</sup>. Sie bestehen der Hauptsache nach aus einer Achse, welche die Scheiben aufnimmt, und aus einer Antriebsvorrichtung, welche eine schnelle Drehung hervorruft. Damit bei der großen Geschwindigkeit und infolge des Andruckes die Scheiben nicht zu schnell zugrunde gehen, müssen sie auf der Achse wie die Kreissägen zwischen Backen, mit Unterlagen von Kautschuck, Leder, Pappe oder Filzplatten, befestigt werden. — Zum Antriebe dienen Schnur- und Riemenrollen, die entweder von einer Transmission oder wie bei der Drehbank, von einem Fußtritte mit Schwungrad bewegt werden.

Die Drehsteine haben in der Regel, der schnellen Arbeit wegen, eine bedeutende Geschwindigkeit. Die Steine von 75 bis 150 mm Durchmesser machen etwa 600 bis 800, diejenigen von 300 bis 600 mm Durchmesser 400 bis 600 und die von 1000 bis 2000 mm etwa 100 bis 200 Drehungen in der Minute, was etwa einer Geschwindigkeit von 3, 5, 9, 12 m in der Sekunde entspricht. Noch größere Geschwindigkeiten kommen in einzelnen Fällen vor; so haben die Schleifsteine zum Spitzen der Nähnadeln 30 bis 45 m Geschwindigkeit in der Sekunde. — Die größten Geschwindigkeiten erhalten die Schmirgelscheiben, nämlich

bei 100 mm Durchmesser	5400 Umdrehungen in der Minute
„ 150 „ „	3600 „ „ „ „
„ 200 „ „	2700 „ „ „ „
„ 300 „ „	1800 „ „ „ „
„ 400 „ „	1300 „ „ „ „
„ 500 „ „	1100 „ „ „ „

Aus diesen Umdrehzahlen ergibt sich als zulässig höchste Geschwindigkeit etwa 28 m in der Sekunde und zugleich der Nutzen eines elektromotorischen Antriebs durch unmittelbare Verbindung eines Elektromotors mit der Achse der Schleifscheibe.

Die Ausführung der Schleifmaschinen ist infolge des großen Verwendungskreises eine höchst mannigfaltige geworden, namentlich seitdem dieselben eine große Bedeutung für die Erzeugung sehr glatter und genauer Oberflächen bekommen haben. Vielfach wird das Arbeitsstück aus freier Hand geführt gegen den Drehstein gehalten, weil die Geschicklichkeit des Arbeiters oft für das Gelingen der Arbeit ausreicht. In diesem Falle ist die Achse (Spindel) in einem ähnlichen Lager untergebracht wie die Drehbankspindel (Fig. 394, S. 391) und entweder durch eine Spitze am Reitstock gestützt oder frei, während das Arbeitsstück auf einer Auflage eine Stützung findet.

Wird das Arbeitsstück nicht mit der Hand geführt, so entsteht die selbsttätige Schleifmaschine, bei welcher das Werkzeug stets die Arbeitsbewegung erhält, während die Schaltbewegung entweder dem Werkzeug oder dem Arbeitsstück erteilt, oder auch auf beide verteilt wird. Stattet man das Werkzeug mit der Arbeitsbewegung und Schaltbewegung aus, so liegt die Spindel in einem

<sup>1)</sup> Pregel, Fräse- und Schleifmaschinen. Stuttgart 1892. — Prakt. Masch.-Konstr. 1882, S. 383; 1885, S. 305, 324. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1886, S. 139 u. 559; 1891, S. 416; 1892, S. 1460; 1897, S. 648, 882; 1901, S. 483, 543, 626; 1902, S. 673; 1903, S. 675. — Dinglers Journ. 231, 106; 244, 35; 253, 19; 248, 158; 250, 62, 498; 260, 113; 261, 157; 273, 256; 277, 105; 281, 156; 282, 169; 294, 151; 295, 167; 308, 28; 319, 61. — Ztschr. f. Werkz. 1900, S. 19, 131, 240; 1902, S. 458; 1904, S. 413; 1905, S. 17.

zweilagerigen Spindelkasten, der auf dem Bette des Gestelles am sichersten mittelst einer Schraube an dem Arbeitsstück entlang geschoben wird, welches auf demselben Bett entsprechend befestigt ist. Erhält dahingegen das Arbeitsstück die Schaltbewegung, so liegt die Spindel wie bei der Fräsmaschine (S. 331, Fig. 349) in einem festen Lagerbock, während das Arbeitsstück auf einem Schlitten befestigt vor dem Werkzeug hergeführt wird und zwar mittelst Zahnstange und Triebad oder Schraube (Fig. 351 S. 333) oder endloser Kette. Da hier die Schlittenbahn die doppelte Länge des Schlittens erhalten muß, während bei der Schaltung des Werkzeugträgers die einfache Länge genügt, so wird man für zweckmäßig lange Arbeitsstücke einen verschiebbaren Werkzeugträger und für kurze Arbeitsstücke einen verschiebbaren Werkstückschlitten wählen. In beiden Formen hat die Schleifmaschine eine besondere Ausbildung erhalten zum Abschleifen zylindrischer Arbeitsstücke in allen Fällen, wo es auf große Genauigkeit ankommt, weil die Schleifscheiben sehr dünne Spänchen wegnehmen; außerdem gestattet ihre Härte die Bearbeitung harter Oberflächen (Hartguß, gehärteter Stahl). Diese Schleifmaschinen heißen allgemein Rundschleifmaschinen und dienen zum Abschleifen zahlreicher runder und kegelförmiger Gegenstände in der Werkzeugfabrikation (Fräsen, Bohrer, Reibahlen, Schraubenbohrer etc.), im Maschinenbau (Wellen, Walzen, Bolzen, Kolben etc.) in der Massenfabrikation und für einzelne Gegenstände statt der Drehbank. Außerdem finden sie Verwendung zum Ausschleifen zylindrischer Hohlräume (Hohlzylinder, größere Bohrungen in Arbeitsstücken, Lagerschalen und dergl.) sowie der Schlitze an Führungsteilen (Kulissen an Kehrsteuerungen, Gleitflächen u. dergl.). Im allgemeinen stimmt der Arbeitsvorgang dieser Schleifmaschinen mit demjenigen der Universalfräsmaschinen (Fig. 350 S. 333) überein, weshalb sie auch mit denselben in der Bauart soviel gemeinsames besitzen, daß hier in dieser Beziehung auf diese verwiesen werden kann. Bemerkenswert sei nur noch, daß die Genauigkeit der Schleifarbeit  $\frac{1}{200}$  mm erreicht. Dieser hohe Grad von Genauigkeit setzt allerdings eine äußerst sorgfältige Herstellung der Maschine voraus, um alle Erzitterungen trotz der 1100 Umdrehungen der Schleifscheiben fernzuhalten, und in vielen Fällen eine Stützung des Arbeitsstückes mittelst Klötze aus Hartholz in Lünetten (S. 386), sowie ein unausgesetztes Abkühlen durch einen Strom kalten Wassers voraus. Außerdem ist der Antrieb durch einen Elektromotor zu empfehlen.

Je nach dem Zwecke der Schleifmaschine liegt die Schleifspindel zu dem Aufspanntisch für das Arbeitsstück rechtwinklig oder parallel. Um sie auch schräg einstellen zu könne, wird entweder der Aufspanntisch als Drehscheibe oder der Spindelträger um eine vertikale Achse drehbar angeordnet. Bei Rundschleifmaschinen ist stets die Vorrichtung zum Drehen des Arbeitsstückes um seine Achse während der Schaltbewegung erforderlich und wie bei der Fräsmaschine gebräuchlich. — Unter den besonderen Ausführungen sind bemerkenswert die transportablen Schleifmaschinen, welche in den Anordnungen mit den transportablen Bohrmaschinen (S. 366) übereinstimmen, sodann die Vertikal-schleifmaschinen mit Spindel über dem Tisch (Fig. 355 S. 338) oder unter dem Tisch mit großer in der Tischfläche liegender Scheibe, deren ebene Flächen zum Schleifen benutzt werden.

Bei oft zu wiederholenden Arbeiten (Anschleifen von Bohrern, beim Sägenscharfen usw.), wo auch besonders profilierte Schleifräder oder Schleifscheiben in Anwendung stehen, werden besondere Führungsvorrichtungen<sup>1)</sup>:

<sup>1)</sup> Hesse, Werkzeugm., S. 335. — Wencelides Bericht S. 136. — Dingers Journ. 170, 257; 184, 235; 206, 430; 210, 245; 222, 401; 233, 110; 237, 22; 253, 190.

Auflagen mit kippender Bewegung u. dgl. angewendet. — Sehr beliebt ist zum Schärfen der Sägen unter anderem die Einrichtung, wobei die Schleifscheibe in einem schwingenden Hebel gerade über der in einen Spannkloben eingespannten Säge hängt und allmählich niedergelassen und aufgehoben wird, während die Säge um eine Teilung, automatisch oder durch die Hand vorrückt (Sägeschärfmaschine). In solchen Werkstätten, wo das Anschleifen einer großen Anzahl von Werkzeugen verschiedener Profile vorkommt, ist es zweckmäßig, eine Reihe entsprechend profilierter Schmirlscheiben auf eine Welle zu stecken. — So kommen dergleichen Schleifapparate mit 5 bis 8 Scheiben zum Schleifen der Profilhobelisen in Holzverarbeitungs-Werkstätten vor. — Zum Anschleifen langer Schneiden, die genau gerade sein müssen (Hobelmesser an Holzhobelmaschinen, Messer in Papierholländern) oder überhaupt langer, gerader Kanten wird vielfach die ebene Schleiffläche benutzt; höchst zweckmäßig gibt man ihnen dann aber die Form eines Tellers oder eines Ringes (Kronscheibe) von 10 bis 50 mm Randbreite, befestigt sie wie gewöhnlich auf einer horizontalen Welle und führt das Arbeitsstück vor der vertikalen Ringfläche mit Benutzung des Schlittens vorbei. Die Tellerform hat den Vorteil einer gleichmäßigen Abnutzung, während eine Scheibe bald konvex wird.

Eine gewöhnliche Schleifmaschine mit Schlitten zeigt Fig. 409 in der Ansicht. Die Schleifscheibe W befindet sich auf der, in dem verstellbar mit

dem Gestelle G verbundenen Lager, ruhenden Achse a, welche mittelst Riemen in Umdrehung versetzt wird. Vor dem Gestelle G ist ein Schlitten S angebracht, der eine lange Schiene o zur Aufnahme des Arbeitsstückes A trägt, das darauf mittelst Schrauben befestigt wird. Diese Schiene o dreht sich um horizontale Zapfen und kann deshalb mit Hilfe der Schraube c und des Armes d so eingestellt werden, daß das Arbeitsstück den richtigen Zuschärfungswinkel erhält. Die Einstellung des Schlittens zum Schleifsteine erfolgt durch Verschiebung vermittelt zweier Handschrauben h, während die Schaltbewegung vor der Schleifscheibe hin und her durch eine am Schlitten sitzende Zahnstange vor sich geht, in die das Triebrad r eingreift, welche mittelst Welle s, Kegelradvorgelege t, Riemenscheibe u, Riemenscheibe v und Riemenscheibe w von der Schleifwelle a bewegt wird. Ein Wassergefäß K mit Rohr g dient zum Naßhalten der Scheibe. R ist ein Riemenrücker, P eine die Scheibe umgebende Blechkapsel zur Vermeidung des Spritzens.

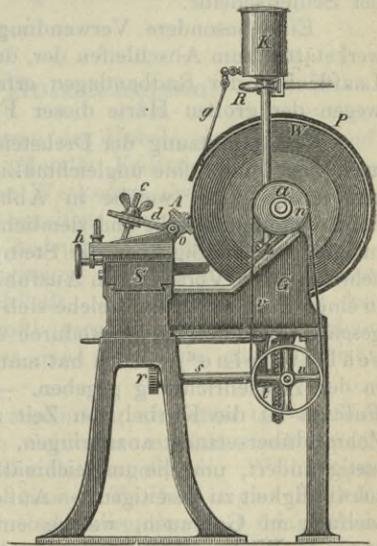


Fig. 409.

Begreiflicher Weise entsteht beim Schleifen Staub, für dessen schnelle Entfernung nach Möglichkeit gesorgt werden, sollte und zwar, wenn irgend tunlich durch Spülung mit einer Flüssigkeit (Wasser, Öl) oder wenn dies unzulässig ist durch Absaugen. Eine bewährte Einrichtung zum Absaugen zeigt die mit zwei Schleifscheiben SS ausgestattete Maschine (Fig. 410 und 411) von Mayer und Schmid. Die Schleifscheiben erhalten ihren Antrieb von einer dreistufigen Riemenrolle, welche zugleich den Ventilator V in Tätigkeit setzt, der den Staub durch die hohle Auflage b ansaugt, welche durch Ansätze c mit dem Hohl-

raum H des Gestelles verbunden, der zum Auffangen des oft wertvollen Staubes mit Koksstücken gefüllt ist. Bemerkenswert ist an dieser Maschine noch der

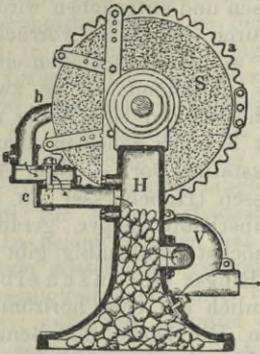


Fig. 410.

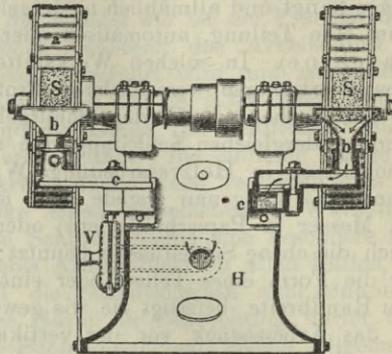


Fig. 411.

wellenförmige Metallbügel a zum Schutz gegen Unfälle bei etwaigem Zerspringen der Schleifscheibe.

Eine besondere Verwendung hat der Schleifstein in Eisenbahnreparaturwerkstätten zum Abschleifen der, durch die Wirkung der Bremsen hart gewordenen Laufflächen der Radbandagen erfahren, weil das Abdrehen auf der Drehbank wegen der großen Härte dieser Flächen sehr erschwert wird<sup>1)</sup>.

Die Abnutzung der Drehsteine ist nicht nur eine ziemlich schnelle, sondern auch fast immer eine ungleichmäßige, weshalb von Zeit zu Zeit eine Zurichtung erforderlich wird, welche in Abhauen oder gewaltsamem Wegschleifen der erhöhten Stellen besteht und ziemlich umständlich und zeitraubend ist. Um die Abnutzung regelmäßig über die Steinperipherie zu verteilen, hat man den sehr beachtenswerten Vorschlag in Ausführung gebracht, zwei Steine mit parallelen Achsen in einen Trog zu setzen, welche sich stetig berühren, aber etwas verschiedene Drehgeschwindigkeiten haben, wodurch sie sich auch stetig etwas abschleifen [Doppelschleifsteine<sup>2)</sup>]. Auch hat man dem einen Steine wohl eine kleine Schwingung in der Achsenrichtung gegeben. — Bei Drehsteinen mit Handkurbeln oder mit Fußtritt ist die Kurbel von Zeit zu Zeit anders aufzustecken, oder eine solche Zahnradübersetzung anzubringen, daß die Stellung der Kurbel zum Stein sich stetig ändert, um die ungleichmäßige Abnutzung durch die ungleichförmige Geschwindigkeit zu beseitigen. — Außerdem stehen die Abrichtvorrichtungen<sup>3)</sup> vielfach in Gebrauch, welche entweder von Zeit zu Zeit oder zweckmäßiger stetig in Wirksamkeit gesetzt werden. Im ersteren Fall bestehen sie aus Stachelrädern oder Schneidscheiben aus glashartem Stahle oder Diamanten, welche vor dem drehenden Steine oder der Schmirgelscheibe unter Andruck hingeführt werden, oder aus einer Gußstahlwalze mit scharfen Schraubengängen, welche auf dem Rande des Troges liegt und an den Stein durch Federn angepreßt wird.

Den Drehschleifsteinen gegenüber stehen die Handschleifsteine, welche nur durch die Hand zur Wirkung gebracht werden, sei es, daß man, wie beim Wetzzen, das Arbeitsstück darüber hinwegzieht, oder daß man den

1) Heusinger, Handb., Bd. IV, S. 245. — 2) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1857, S. 112; 1859, S. 320. — Dinglers Journ. 146, 247; 160, 8. — 3) Prakt. Masch.-Konstr. 1885, S. 382. — Dinglers Journ. 217, 273; 225, 133; 230, 5; 249, 75.

Stein in die Hand nimmt und über das Arbeitsstück fortbewegt. Die Handschleifsteine sind daher nicht nur viel kleiner, sondern auch anders geformt als die Drehsteine. Gewöhnlich haben sie die Gestalt einer Platte oder eines Prismas und eine Länge von 80 bis 200 mm, eine Breite von 3 bis 50 mm und eine Dicke von 1 bis 25 mm. Der Querschnitt ist quadratisch, länglichviereckig, dreieckig, rund, halbrund, oval usw., oft nach den Enden zu spitz auslaufend oder kugelförmig abgerundet usw.

#### IV. Schabende Werkzeuge.

Wenn der Schneidwinkel eines Werkzeuges größer als  $90^\circ$  ist, so hört (S. 241) das eigentliche Schneiden auf, indem an die Stelle desselben derjenige Vorgang tritt, der mit Schaben bezeichnet wird und höchst geeignet ist, sehr feine, zusammenhängende Spänchen fortzunehmen, also Oberflächen zu glätten oder geringe Dimensionsverminderungen herbeizuführen. Daher werden oft Werkzeuge mit schabender Wirkung auf Metall und Holz verwendet, und zwar sowohl zum Abschaben ebener und krummer Oberflächen, als zum Ausschaben von Löchern etc. Fast ohne Ausnahme geschieht die Bewegung dieser Werkzeuge mit der Hand, entweder über das Arbeitsstück wegziehend (Abziehen; Racler, *Scraping*) oder in dem Loche drehend.

##### A. Ziehklinge, Schaber, Holzzieheisen.

Um auf Holzoberflächen die letzten Spuren des Hobels, der Raspel, und auf den Oberflächen namentlich der weichen Metalle Feilstriche oder andere Rauigkeiten zu beseitigen, sind die schabenden Werkzeuge deshalb von erheblichem Nutzen, weil sie wegen ihres geringen Angreifens eine große Länge ihrer arbeitenden Kante gestatten und deshalb eine bedeutende Gewähr dafür bieten, daß die bearbeitete Fläche die kleinen Rauigkeiten verliert und sich genau der Gestalt des schabenden Werkzeuges anschließt. Erforderlich ist bei den Schabern als ein der Oberfläche kongruentes Profil (geradlinig für ebene, konkav für konvexe und konvex für konkave Flächen etc.) und eine genaue, nicht schartige Kante.

Bei den Holzarbeitern wird der Schaber regelmäßig aus etwa 0,6—1 mm dickem Stahlbleche ausgeschnitten und durch Schleifen zunächst mit scharf rechtwinkligen Kanten ausgestattet, gehärtet und violett angelassen. Weil wegen der geringen Dicke dieses Schabers, der den Namen Ziehklinge (Racloir, *Scraper*) führt, die rechtwinkligen Kanten sich bald abrunden und dann nicht mehr angreifen, so muß oft eine Erneuerung der Schärfe vorgenommen werden. Dies geschieht dadurch, daß man mit einem glatten, glasharten Stahlstäbchen (Ziehklingenstein) von etwa 100 mm Länge und rundem oder ovalem Querschnitte kräftig längs der Kanten hinfährt, welche sich dadurch etwas verbreiten und einen gut angreifenden Grad erhalten. — Die Größe der Ziehklinge muß so bemessen sein, daß sie ein sicheres Festhalten mit einer oder mit beiden Händen gestattet, weil die Klinge nur ausnahmsweise in einem Holzgriffe gefaßt ist. Die durchschnittliche Breite beträgt 50 und die Länge 100 bis 200 mm. Beim Gebrauch der Ziehklinge muß dieselbe schräg aufgesetzt werden (mit dem kleineren Neigungswinkel der Bewegungsrichtung zugekehrt) und so, daß die Kante die Holzfasern etwas kreuzt, damit sie nicht einreißt.

Die Schaber (Grattoir, *Scraper*) für weiche Metalle (Zinn, Britannia-Metall), also zum Gebrauch für Zinngießer, Orgelbauer etc. sind von den Ziehklingen kaum verschieden, nur gewöhnlich etwas dicker und steifer. — Für mittelharte Metalle (Messing, Kupfer, Zink etc.) müssen sie jedoch kräftiger gebaut und mit einer kurzen Angriffskante versehen sein, weil der Widerstand des Metalles lange Angriffskanten nicht gestattet, wenn der Arbeiter nicht zu schnell ermüden soll. In vielen Fällen, z. B. bei Gold- und Silberarbeitern, Ziseleuren, Gürtlern etc. schreibt die Art der Arbeit ohne weiteres kurze Kanten vor. Die Kanten sind fast nur geradlinig oder konvex, weil mit geraden Kanten sich auch runde Gegenstände abschaben lassen.

Aus Zweckmäßigkeitgründen haben die Schaber mancherlei Gestalt erhalten.

Viereckige (vierschneidige) Schaber (*Ébarboir, Four-square scraper*), von quadratischem Querschnitte, werden gewöhnlich durch Abschleifen einer abgenutzten vierkantigen, etwa 50 bis 150 mm langen Feile hergestellt und in ein Feilenheft gesteckt.

Dreieckige (dreischneidige) Schaber (Grattoir, *Three-square scraper*) erhält man auf dieselbe Weise aus dreieckigen Spitzfeilen.

Zweieckige (zweischneidige) Schaber können aus alten Vogelzungenfeilen durch Wegschleifen der runden Flächen, in der Weise, daß der Querschnitt lanzett- oder dolchartig wird, erzeugt werden.

Bei diesen drei Arten, wovon die dritte wegen zu scharfer Schneiden, die leicht in das Metall eingedrückt werden, selten angewendet wird, sind die Kanten entweder geradlinig oder ein wenig konvex. — Um das Anschleifen zu erleichtern (nicht um die Schärfe zu erhöhen), sind die Flanken dieser Schaber oft etwas ausgehöhlt (Hohlschaber, *Fluted-scraper*).

Schabeisen (Schaber). Dieser Schaber bildet ein glattes, etwa 50 mm langes, 30 mm hohes und 5 mm dickes Stahlstück, dessen eine Längskante geradlinig, konvex oder konkav und zum Schaben ausgebildet ist. Dieser Kante gegenüber sitzt eine stumpfe Angel zur Befestigung des Schabers in einem Griffe, der verschieden angeordnet ist. Soll er z. B. das Arbeiten in Gefäßen (bei Kupferschmiedarbeiten etc.) gestatten, so bildet er eine Fortsetzung der Angel. Will man damit außer einer sicheren Führung auch einen kräftigen Druck erhalten, so besteht er aus einer runden Stange ab (Fig. 412), welche etwa in der Mitte zur Aufnahme des Schabers c eine länglich-viereckige Öffnung hat und an einem Ende einen Haken a, an dem andern Ende einen Haken b, besitzt.

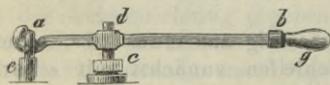


Fig. 412.

mit dem sie in eine feste Öse e an der Werkbank eingehakt wird. Das andere Ende b bekommt einen hölzernen Griff g zum Anfassen. Somit bildet diese Stange einen einfachen, um den Haken a drehbaren Hebel, der durch den Griff bewegt wird, eine sichere Führung hat und einen um das Hebellängenverhältnis vergrößerten Druck ausübt.

Hakenschaber. Die Hakenschaber sind solche Schaber, deren Angel rechtwinklig gegen die Schaberfläche stehen. Sie sind namentlich in engen Gefäßen sehr brauchbar, weshalb die Angel oft ziemlich lang wird. Gewöhnlich haben die letzteren eine Länge von 100 bis 150 mm.

## B. Reibahlen (Räumer, Ausreiber, Alésoir, Ecarrissoir, Equarrissoir, Broche, Rimer, Broache, Rosebit, Opening bit).

Bereits S. 367 ist erwähnt worden, daß man in vielen Fällen genötigt ist, gebohrte Löcher durch Abnehmen dünner Späne auf bestimmte Größen, zu bringen, genau zu runden und zu glätten, namentlich aus dem Grunde, um sie zur Aufnahme von Vollzylindern (Befestigungsschrauben, Zapfen etc.) geeignet zu machen, welche letztere in diesen Löchern eine leichte sichere Bewegung durch einen guten Umschluß erhalten sollen. Auch stehen dem Arbeiter nicht immer Bohrer zur Verfügung, welche genau so groß sind, daß die verlangte Lochweite entsteht: dann bohrt man die Löcher etwas kleiner und erweitert sie. Zu solchen Erweiterungen vermittelt Wegnahme dünner Spänchen (Ausräumen, Aufräumen, Aufreiben, Aléser, Écarrir, Équarrir, *Broaching*) eignen sich nun aus oben angegebenen Gründen ebenfalls vorzüglich schabende Werkzeuge, welche die oben stehenden Namen führen und wesentlich in Stahlstäben oder Stäbchen bestehen, welche an der Seite schabende Kanten besitzen und in die Löcher eingeführt durch Drehung, wie Parallelbohrer, an der Wandflächen schabend arbeitend.

Damit eine Reibahle gehörig zur Wirkung kommt, ist der Schneidwinkel zunächst größer als  $90^\circ$  zu wählen und die Gestalt derselben so anzuordnen, daß sie sich dem Loche anschließt und der sicheren Führung wegen darin eine Anzahl Berührungslinien hat. Wenn nun zwar drei nicht in einer Ebene liegende, gerade, parallele Linien einen Zylinder festlegen, und wenn daher scheinbar drei solcher Kanten genügen, um eine sichere Führung herbeizuführen, so ist in Wirklichkeit eine solche Führung nicht ausreichend und eine dreikantige Reibahle unbrauchbar, weil die scharfen Kanten sich viel zu leicht in das Metall eindrücken. Dasselbe ist sogar noch von denjenigen Reibahlen zu sagen, welche einen quadratischen Querschnitt haben, trotzdem in diesem Fall der Schabwinkel schon  $90 + 45 = 135$  Grad beträgt und vier Berührungslinien für die Führung vorhanden sind. Überhaupt ist leicht ersichtlich, daß die Sicherheit in der Führung leidet, wenn die Führungskanten (die fast stets auch die Schabkanten bilden) sich diametral gegenüber liegen, d. h. wenn der Querschnitt ein regelmäßiges Polygon von gerader Seitenzahl ist. Deshalb ist es Regel, den Reibahlen den Querschnitt eines regelmäßigen Polygons von ungerader Seitenzahl zu geben (Fünfeck, Siebeneck usw.), wenn nicht eine sehr große Anzahl Führungslinien z. B. über 13 beliebt wird, weil hier wegen des besonders dichten Anschlusses an die Wand die eben genannten Rücksichten wegfallen.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei den Reibahlen ist die Längenbeschaffenheit, welche denselben eine keilartige Wirkung geben muß, weil nur dadurch das Angreifen überhaupt möglich wird, da ja bei einer prismatischen Form ein Druck in der Achsenrichtung keinen Seitendruck, also keinen Druck in radialer Richtung zu erzeugen vermag. Deshalb sind die Reibahlen stets verjüngt, d. h. als Pyramiden zu gestalten. Damit sich aber diese pyramidale Form bei ihrer Drehung der zylindrischen Öffnung möglichst genau anschließt, so beträgt die Verjüngung höchstens 1 bis 2 Grad. — Bemerkenswert ist bei großen Reibahlen die Anbringung einiger Schraubengänge, welche sich in die Lochwand einschneiden und das Werkzeug nachziehen, das dann vollständig zylindrisch sein kann. — Zum Ausräumen konischer Löcher entspricht die Verjüngung der Konizität. — Um mit den schlank verjüngten Reibahlen Löcher zu erzeugen, die in Längenerstreckung von der Zylindergestalt möglichst wenig abweichen,

führt man die Reibahlen wenn tunlich, nach und nach von beiden Seiten in das Loch ein.

Höchst verschieden ist die Größe der Reibahlen sowohl in Dicke als Länge. Während die kleinsten Reibahlen für Uhrmacher zum Ausreiben der Zapfenlöcher bis auf 0,25 mm im Durchmesser und 15 mm in der Länge abwärts steigen, wächst andererseits der Durchmesser bis 50 mm und die Länge bis 250 mm. Überhaupt sind die Reibahlen bezüglich ihrer Größenverhältnisse so anzuordnen, daß sie eine ununterbrochene Reihe bilden, die man sich dadurch entstanden denken kann, daß eine sehr lange Reihe der Länge nach in eine Anzahl Teile zerschnitten ist. (Unter der Annahme, daß die Verjüngung einen Grad beträgt, ist das Verhältnis des Durchmessers zur Länge  $\frac{1}{8}$ . Ist nun 50 mm der äußerste Durchmesser, so müßte eine so zu teilende Reibahle also 2900 mm lang sein. Man ist dann aber auch damit imstande, sämtliche Lochweiten zwischen etwa 0,05 mm bis 50 mm herzustellen.) Eine Reihe aufeinander folgender Reibahlen bilden einen Satz. — Zum Drehen besitzen die kleinen Reibahlen ein einfaches Heft, das auf einer vierkantigen Angel steckt; die großen Reibahlen werden mit dem Wendeisen oder der Brustleier, oft mit der Bohrmaschine zur Wirkung gebracht.

Je nach der Anzahl Schneiden und dem damit zusammenhängenden Querschnitte unterscheidet man wesentlich folgende Arten.

**Eckige Reibahlen.** Unter diesen Reibahlen, deren Querschnitt ein regelmäßiges Polygon ist, bilden die fünfeckigen die Regel, weil sie eine gute Führung und einen sehr passenden Schabwinkel (144 Grad) haben. 3, 4, 6, 7 eckige sind verwerflich, entweder wegen eines zu großen oder eines zu kleinen Kantenwinkels.

Vielfach jedoch vermehrt man die Zahl der Schabkanten und der Führungen dadurch, daß man die Oberfläche wie bei den Senkern (Fig. 346 B, S. 326) mit dreieckigen Einkerbungen versieht (Geriffelte, gekerbte Reibahlen), so daß dreieckige Kanten stehen bleiben. Haben diese einen Kantenwinkel von 60 Grad, so ist der Schabwinkel  $90 + 30 = 120$  Grad. Diese Räumer greifen vorzüglich an, einmal wegen des günstigen Winkels und dann wegen der großen Anzahl von Schneiden, die 20 und mehr beträgt. Oft sind diese Räumer auch wie die Bohrer (Fig. 364 E, S. 350) schraubenartig gewunden (gewundene Reibahlen), wodurch die bereits S. 350 erwähnten Vorteile entstehen.

**Runde Reibahlen.** Diese besitzen einen mehr oder weniger großen Kreisabschnitt zum Querschnitte und eine oder mehrere Schneiden. Ist nur eine Schneide vorhanden, so wird die dadurch erzeugt, daß man auf der Oberfläche der kreisrunden Reibahle eine Furche einarbeitet, welche eine fast radial gestellte Fläche besitzt. — Eine Reibahle, deren Querschnitt ein Kreisabschnitt ist, hat zwei Schneiden, wovon jedoch nur immer die eine zur Wirkung gelangt. — Sehr empfehlenswert sind wegen ihrer vorzüglichen Führung diejenigen Reibahlen, deren Querschnitt aus einem Halbkegel und der Hälfte eines fünf- oder sechseckigen Prismas zusammengesetzt sind.

Da man wegen der verschiedenen Lochweiten, die ausgeräumt werden müssen, einer großen Anzahl Räumer bedarf, so hat man nachstellbare Räumer erdacht, welche radial verstellbare Schneiden besitzen <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Dinglers Journ. 117, 13; 260, 260; 262, 301.

## V. Anfertigung der Schrauben.

Zu den unentbehrlichsten Gegenständen der Technik gehört die Schraube (*Vis*, *Screw*) nicht nur als festhaltendes Mittel (Befestigungsschraube), sondern auch als machinales Bewegungs- und Kraftmultiplikations-Organ (Bewegungsschrauben und Preßschrauben).

Wegen ihrer Wichtigkeit und Unentbehrlichkeit mag daher hier die Fabrikation der Schrauben abgehandelt werden, um zugleich durch einen speziellen Fall klar zu stellen, wie die in den vorigen Kapiteln abgehandelten Lehren von der Bearbeitung der Metalle und des Holzes zur Anwendung gebracht werden, und wie durch Kombinationen und Modifikation derselben wichtige Erfolge zu erzielen sind.

Die Schraube bietet nicht nur in hohem Grade ein geometrisches sowie ein mechanisches [statisches, dynamisches und kinematisches<sup>1)</sup>], sondern auch ein besonderes technologisches Interesse. —

Wenn auf der Oberfläche eines massiven Zylinders oder im Inneren eines Hohlzylinders ein Punkt sich in der Weise bewegt, daß derselbe unter konstantem Winkel von seiner Bewegungsrichtung abgelenkt wird, so ist nach geometrischem Begriffe die Bahn des Punktes eine Schraubenlinie und dasjenige Stück der Bahn, welches einmal um den Zylinder herumgeht, ein Schraubengang (*Gewindgang*; *Gang*, *Pas*, *Thread*). Derjenige Winkel, nach welchem die Ablenkung stattfindet, heißt der Steigungswinkel und die Entfernung zweier Punkte einer Schraubenlinie gemessen auf der Zylinderfläche durch eine gerade Linie, die parallel der Achse liegt, wird die Steigung der Schraube genannt. — Wickelt man die Zylinderfläche ab, so ist leicht zu erkennen, daß, wenn der Steigungswinkel mit  $\alpha$ , die Steigung mit  $s$  und der Zylinderdurchmesser mit  $d$  bezeichnet wird, die Beziehung stattfindet

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{d \pi}$$

welches das Steigungsverhältnis genannt wird.

Legt man nun (Fig. 413) um den Massivzylinder A oder B und in den Hohlzylinder M längs der Schraubenlinie einen prismatischen Stab, so entsteht das eigentliche Schraubengewinde (*Gewinde*, *Filet*, *Worm*) und derjenige Körper, den man die Schraube nennt und der stets aus zwei zusammengehörenden Teilen bestehen muß: aus dem massiven Zylinder mit auswendigem Gewinde und einem Hohlzylinder mit inwendigem Gewinde und zwar in der Art, daß der letztere den ersteren umschließt. Damit dieses aber stattfindet, müssen die Gewinde zur gegenseitigen Aufnahme zwischen sich einen Raum freilassen. Dieser Zwischenraum bildet die vertieften Schraubengänge zur Beherbergung der erhöhten Schraubengänge.

Der massive Zylinder mit auswendigem Gewinde heißt speziell die Schraubenspindel (*Massivschraube*, *auswendige Schraube*, *Spindel*, *Vis*, *Screw*). Der Hohlzylinder mit inwendigem Gewinde wird die Schraubenmutter (*Hohl-*

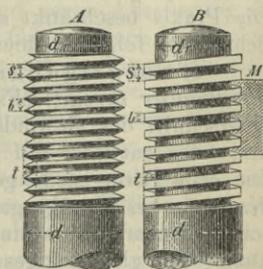


Fig. 413.

<sup>1)</sup> Reuleaux, *Kinematik*. Braunschweig 1875, S. 279 u. 421. — *Zeitschr. d. V. d. Ing.* 1860, S. 289; 1875, S. 775. — *Dinglers Journ.* **163**, 14. — Weisbach-Herrmann, *Ingenieur-Mechanik*. Braunschweig 1876.

schraube, inwendige Schraube, Mutter, Ecrou, *Nut*, *Screw-nut*, *Female screw*) genannt.

Außerdem führt der Grundkörper ( $d_1$ ) der Spindel, auf dem das Gewinde liegt, den Namen Kern (*Noyau*, *Nucleus*), während die Spindel vom Durchmesser ( $d$ ) des Gewindes Bolzen (*Boulon*, *Bolt*) heißt. Die in der Achsenrichtung der Schraube und auf dem Kerne gemessene Dicke eines erhöhten Ganges ist die Gangbreite  $b$ , welche mit der in derselben Weise gemessenen Weite des vertieften Ganges die Ganghöhe  $s$  (*Pas*, *Pitch*) ausmacht. Die Dicke des erhöhten Ganges in radialer Richtung gemessen, also der Unterschied zwischen dem Halbmesser der äußeren Gewindekante und demjenigen  $b$  des Kernes bildet die Tiefe  $t$  des Gewindes. — Zwischen Gangbreite und Ganghöhe bestehen verschiedene Verhältnisse, so zwar, daß oft die Gangbreite  $b$  der Ganghöhe  $s$  gleich, ebenso oft aber nur ein Teil derselben ist. Wird z. B. der hohe Gang durch ein prismatisches Stäbchen vom Querschnitte eines gleichseitigen Dreieckes (Fig. 413A) gebildet, welches so herumgewickelt wird, daß die Kanten sich auf dem Kerne aneinander legen, so ist die Gangbreite  $b$  der Ganghöhe  $s$  gleich; ist das Stäbchen quadratisch (Fig. 413B), also auch der vertiefte Gang für Aufnahme des ebenfalls quadratischen Muttergewindes, quadratisch, so wird die Gangbreite  $b$  gleich der halben Ganghöhe  $s$ ; besteht endlich der hohe Gang aus einem dünnen, breiten Stäbchen, das mit der schmalen Kante an dem Kerne liegt, wie bei den bekannten Holzschrauben, so ist die Gangbreite mitunter nur gleich  $\frac{1}{5}$  der Ganghöhe.

Bei einer Gattung von Schrauben liegt das Gewinde nicht auf einem Zylinder, sondern auf einem Kegel (konische Schrauben). Zu diesen Schrauben kann es, wegen der verschiedenen Durchmesser, eigentliche Muttern nicht geben. Sie finden daher auch nur Verwendung, um in weiches Material (Holz) eingedreht zu werden (Holzschrauben, *Vis à bois*, *Clou à vis*, *Wood screw*), wobei die Dickenabnahme nach dem Ende zu das Eindrehen wesentlich unterstützt. In diesem Fall wird die zugehörige Mutter jedesmal von der Schraube selbst dadurch gebildet, daß sich der erhöhte Gang in das Material eindrängt: weshalb die Schraube jene oben angedeutete Beschaffenheit des Gewindes „große Gangtiefe und geringe Gangbreite“ notwendig macht.

Selbstverständlich kann der Querschnitt des Ganges sehr verschieden sein, da man ja jedes beliebige prismatische Stäbchen um den Kern winden kann. Die Praxis beschränkt sich jedoch auf einige einfache Querschnitte, welche den Schrauben folgende, hierauf bezügliche Benennungen geben.

1. Scharfgängige Schrauben (*Filet triangulaire*, *Angular thread*, *Triangular thread*) (Fig. 413A). Bei den Metallschrauben dieser Art ist der Querschnitt des Gewindes ein Dreieck (scharfes, dreieckiges Gewinde) und zwar entweder ein gleichschenkelig spitz- oder gleichschenkelig rechtwinkliges. Die erste Form ist die gebräuchlichste aller Gewindeformen. Der Spitzenwinkel des Dreieckes beträgt gewöhnlich (bei Whitworths System)  $55^\circ$  oder (beim metrischen System)  $53^\circ 8'$  und (bei Sellers System)  $60^\circ$ , so daß im letzteren Fall das Dreieck ein gleichseitiges wird, während bei dem ersten Systeme die Basis fast gleich der Höhe, oder die Gangbreite fast gleich der Gangtiefe wird, weil die Basis an dem Kerne liegt. — Wäre die Basis gleich der Höhe, so würde der Spitzenwinkel fast genau  $53^\circ$  sein, eine Größe, die sich auch sehr oft findet. — Bei den Holzschrauben ist das Verhältnis der Dreiecksbasis zur Höhe etwa 1:2, so daß der Spitzenwinkel ungefähr  $28^\circ$  beträgt, wodurch es möglich wird, daß sich die Gänge leicht ins Holz einschneiden. — Nur in einzelnen Fällen kommen Gewinde von gleichschenkelig-rechtwinklig-dreieckigem Querschnitte vor, bei dem die eine Kathete an dem Kerne liegt und die zweite radial steht und

demnach eine Druckfläche des Gewindes darbietet, die den in die Achsenrichtung fallenden Druck rechtwinklig aufnimmt und dadurch ein Einkeilen der Gewindgänge vermeidet. Man kann sie deshalb auch nur in den Fällen verwenden, in welchen der Druck in einer Richtung wirkt wie bei Pressen, Stellschrauben an Walzwerken, Supportschrauben und dergl. — Aus Holz angefertigte Schrauben haben ausnahmslos dreieckige Gewinde mit einem Spitzenwinkel von 60 bis 90°.

Die scharfen Kanten der erhöhten und vertieften Gänge werden sehr oft — bei hölzernen Schrauben, mit Ausnahme der kleinsten, immer — fortgenommen, um ein gegenseitiges Einschneiden und ein Ausbrechen — das namentlich bei Holz so leicht eintritt — zu verhindern. Gewöhnlich geschieht dies dadurch, daß man diese Kanten etwas abrundet oder abflacht, und zwar um  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{6}$  der Gangtiefe. — Bei den scharfen Gewinden bietet sich noch das Eigentümliche dar, daß zwischen den hohen Gängen an der Kernoberfläche kein Zwischenraum vorhanden ist, diese vielmehr in der Gesamfläche als Anhaftefläche dient.

2. Flachgängige Schrauben (Fig. 413 B). Das Gewinde dieser Schrauben hat einen rechteckigen Querschnitt (flaches Gewinde, Filet carré, *Square thread*). Die Gangbreite  $b$  ist stets gleich der halben Ganghöhe  $s$  und die Tiefe  $t$  in der Regel gleich der Gangbreite, so daß der Querschnitt quadratisch wird; mitunter aber ist die Tiefe auch wohl etwas, um  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{6}$ , größer als die Breite, um größere Druckflächen zu erhalten, wodurch die Abnutzung geringer wird, was bei Führungsschrauben wichtig ist (hochflachgängig). — Die hölzernen Schrauben erhalten wegen der leichten Spaltbarkeit des Holzes niemals flache Gewinde.

Den scharfgängigen Schrauben gegenüber besitzen die flachgängigen andere mechanische Eigenschaften. Zunächst sind ihre Druckflächen normal gegen die Druckrichtungen gestellt, wodurch eine Kraftzerlegung, wie bei den scharfen Gewinden, also die keilförmige Wirkung wegfällt, weshalb die flachen Gewinde bei Übertragung größerer Kräfte den Vorzug verdienen (bei Pressen, S. 174, Schraubstöcken S. 56, Durchschnitten S. 260). Da bei den flachen Gewinden zwischen je zwei Gängen auf dem Kerne eine Fläche frei bleibt, so ist ihre Anhaftefläche unter gleichen Verhältnissen nur halb so groß, als bei den scharfgängigen Schrauben. Um daher den gleichen Widerstand gegen Abscherung zu haben, muß die Zahl der den Druck aufnehmenden Gänge auch eigentlich doppelt so groß, also die Mutter doppelt so hoch sein; oft begnügt man sich mit anderthalbfacher Höhe der Mutter. — Man sieht, daß die oben erwähnten Schrauben mit Gewinde aus einem rechtwinkligen Dreiecke bezüglich ihrer mechanischen Wirkung zwischen den flach- und den scharfgängigen liegen.

3. Rundgängige Schrauben. Wenn die hohen und vertieften Gänge einer hochflachgängigen Schraube nach Kreisabschnitten oder Halbkreisen abgerundet werden, so entstehen die rundgängigen Schrauben mit rundem Gewinde (Filet arrondi, *Round thread*), die bei Preßschrauben (namentlich aus Bronze) oft Anwendung finden. Zu dieser Gattung von Schrauben gehören auch diejenigen, welche durch Verwinden von Triebstahldraht entstehen und bei den Bohrgeräten mit steiler Schraube (Fig. 365 E, S. 352) in Anwendung sind.

Der Steigungswinkel  $\alpha$  der Schraube kann natürlich sehr verschieden sein und ist auch sehr verschieden, je nach der Bestimmung der Schraube, weil dieser Winkel von besonderem Einfluß auf die mechanischen und kinematischen Verhältnisse der Schraube ist.

Ist der Winkel  $\alpha < 90^\circ$ , so daß die Schraubenlinie in der Richtung von links nach rechts aufsteigt, so heißt das Gewinde ein rechtes; ist der Winkel  $\alpha > 90^\circ$ , so muß das Gewinde von rechts nach links aufsteigen, dasselbe ist ein linkes. Danach kennzeichnen sich dann auch die rechtsgängigen (rechte, *Vis fileté à droite*, *Right-hand screw*) und die linksgängigen (linke, *Vis fileté à gauche*, *Left-hand screw*) Schrauben. Die linksgängigen Schrauben kommen nur selten, nämlich nur dann vor, wenn die Bewegungsrichtung sie fordert. Bei der S. 285 dargestellten Hobelmaschine z. B. ist die rechts liegende Schraube linksgängig; — damit an dem linken Ende der Wagenachsen die Schraubenmutter sich nicht abdreht, ist das Gewinde linksgängig zu machen; — aus demselben Grunde wird auf die Spindel der Watermaschine der Flügel mit linkem Gewinde aufgeschraubt; — die gewundenen Bohrstangen (S. 352 Fig. 365 E) sind linksgängig, damit beim Niederdrücken der Bohrer sich richtig dreht usw. In manchen Fällen werden linke und rechte Schrauben kombiniert, d. h. die eine Hälfte der Schraube rechts-, die andere linksgängig gemacht; bei einer Drehrichtung der Schraube nähern sich dann die Muttern, bei der anderen entfernen sie sich. Beispiele sind: der S. 260 Fig. 297 dargestellte Handdurchstoß, die Schraube an der Meyerschen Expansionssteuerung, eine Art pharmazeutische Presse. Eine andere Kombination besteht darin, daß ein linkes Gewinde auf derselben Spindel das rechte durchkreuzt (recht-linke Schraube), wo dann durch Hin- und Herschieben einer rechten und linken Mutter die Schraube einseitig gedreht wird, oder umgekehrt durch einseitige Drehung der Schraube ein Stift, der in den vertieften Gang tritt, sich hin- und herbewegt. Fadenführer an Spinn- und Spulmaschinen werden so längs der Spule hin- und hergeschoben. — Die rechtsgängigen Schrauben bilden jedoch die Regel, so daß auch im folgenden vorzüglich von diesen die Rede sein soll.

In bezug auf die Größe des Steigungswinkels ist noch zu bemerken, daß hiervon namentlich die Beweglichkeit der Schraube in der Mutter und umgekehrt abhängt, weshalb bei Befestigungsschrauben, Preßschrauben etc. der Steigungswinkel immer sehr klein und zwar bedeutend kleiner als der Reibungswinkel ist. — Ist der Winkel groß, so nennt man die Schraube stark ansteigend oder steil (stark ansteigendes oder steiles Gewinde).

Das Verhältnis zwischen der Gangbreite  $b$  der Schraube zu einer bestimmten Länge derselben wird die Feinheit (*Rate*) der Schraube genannt, die also ausgedrückt wird durch die Zahl, welche angibt, wie viel Gänge auf eine Längeneinheit, z. B. 25 mm oder 1 cm gehen. In dieser Feinheit sind nun die Schrauben äußerst verschieden. Es gibt scharfgängige Schrauben mit 0,5 mm bis hinauf zu 50 mm Gangbreite, so daß im ersteren Fall die Feinheit mit 50, im anderen mit 0,5 zu bezeichnen wäre, wenn 25 mm zur Längeneinheit gewählt ist. — Bei gegebenem Steigungswinkel steht offenbar die Feinheit der Schraube in einer bestimmten Beziehung zu dem Schraubendurchmesser, weil ja die Steigung  $s$ , wovon die Gangbreite ein proportionaler Teil ist, sich bestimmt durch

$$s = \operatorname{tg} \alpha d \pi$$

d. h. die Feinheit bei gleichem Steigungswinkel ist dem Schraubendurchmesser umgekehrt proportional. — In der Praxis nimmt man in Millimetern für die scharfgängigen Befestigungsschrauben gewöhnlich:

$$s = 1 + 0,08 d,$$

für flachgängige Befestigungsschrauben:

$$s = 2 + 0,09 d,$$

und für Preßschrauben:

$$s = \frac{d}{5}.$$

Bei den gewöhnlichen scharfgängigen Schrauben ist nun  $s$  zugleich die Gangbreite  $b$ , bei den flachgängigen aber ist die Gangbreite  $b$  gleich  $\frac{s}{5}$ , so daß stattfinden sollte für gewöhnliche flachgängige Schrauben:

$$b = 1 + 0,045 d,$$

für flachgängige Preßschrauben:

$$b = \frac{d}{10}.$$

In diesen Fällen aber wird endlich für scharfgängige Schrauben:

$$\operatorname{tg} \alpha d \pi = 1 + 0,08 d,$$

also z. B. für die Annahme von  $d = 20$  mm wird der Steigungswinkel  $2^{\circ} 22'$  und für  $d = 50$  mm wird  $\alpha = 1^{\circ} 50'$ ; ferner für flachgängige Schrauben:

$$\operatorname{tg} \alpha d \pi = 1 + 0,045 d,$$

daher z. B. für  $d = 30$  mm, also  $\alpha = 1^{\circ} 25'$  und für  $d = 75$  wird  $\alpha = 1^{\circ} 4'$ .

Für die großen Preßschrauben ist

$$\operatorname{tg} \alpha d \pi = \frac{d}{5}$$

also der Winkel konstant und zwar:

$$\alpha = 3^{\circ} 39'.$$

Für scharfgängige Schrauben gelten verschiedene Feinheitsskalen; am gebräuchlichsten ist die Skale von Whitworth mit englischem Zollmaß als Einheit; daneben ist in Deutschland eine auf dem Metermaß fußende sog. metrische Gewindegskale<sup>1)</sup> vom Verein deutscher Ingenieure für Befestigungsschrauben von 6 bis 40 mm Schraubendurchmesser aufgestellt und für Feinmechanik von 1 bis 5,5 mm Schraubendurchmesser ergänzt.

### Whitworthsches Gewinde für feine Schrauben.

Nr.	Äußerer Durchmesser		Steigung in Millimeter	Anzahl der Gewinde auf 1 Zoll engl.	Nr.	Äußerer Durchmesser		Steigung in Millimeter	Anzahl der Gewinde auf 1 Zoll engl.
	Zoll engl.	Milli- meter				Zoll engl.	Milli- meter		
10	0,010	0,254	0,102	250	34	0,034	0,864	0,212	120
11	0,011	0,280	0,102	250	36	0,036	0,915	0,212	120
12	0,012	0,305	0,102	250	38	0,038	0,967	0,212	120
13	0,013	0,330	0,102	250	40	0,040	1,020	0,254	100
14	0,014	0,355	0,102	250	45	0,045	1,14	0,254	100
15	0,015	0,382	0,121	210	50	0,050	1,27	0,254	100
16	0,016	0,406	0,121	210	55	0,055	1,40	0,254	100
17	0,017	0,432	0,121	210	60	0,060	1,53	0,317	80
18	0,018	0,458	0,121	210	65	0,065	1,65	0,317	80
19	0,019	0,483	0,121	210	70	0,070	1,78	0,317	80
20	0,020	0,509	0,141	180	75	0,075	1,91	0,317	80
22	0,022	0,560	0,141	180	80	0,080	2,03	0,423	60
24	0,024	0,610	0,141	180	85	0,085	2,15	0,423	60
26	0,026	0,660	0,170	150	90	0,090	2,29	0,423	60
28	0,028	0,710	0,170	150	95	0,095	2,41	0,423	60
30	0,030	0,762	0,170	150	100	0,100	2,54	0,501	60
32	0,032	0,814	0,212	120					

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1888, S. 883; 1893, S. 473, 516, 1324, 1440; 1895, S. 909, 971. — Dinglers Journ. 292, 262; 293, 73, 106, 264.

### Whitworthsches Gewinde für größere Schrauben.

Durchmesser			Kern- drehm.	Anzahl der Gewinde		Durchmesser			Kern- drehm.	Anzahl der Gewinde	
Zoll engl.	Zoll rheinl.	Milli- meter		Zoll engl.	auf eine Länge gleich d. Durchm.	Zoll engl.	Zoll rheinl.	Milli- meter		Zoll engl.	auf eine Länge gleich d. Durchm.
$\frac{1}{4}$	0,243	6,35	0,186	5	20	$\frac{21}{4}$	2,185	57,15	1,930	9	4
$\frac{5}{16}$	0,303	7,94	0,241	$5\frac{5}{8}$	18	$2\frac{1}{2}$	2,428	63,50	2,180	10	4
$\frac{3}{8}$	0,364	9,52	0,295	6	16	$2\frac{3}{4}$	2,671	69,85	2,384	$9\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{2}$
$\frac{7}{16}$	0,425	11,11	0,346	$6\frac{1}{8}$	14	3	2,913	76,20	2,634	$10\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$	0,486	12,70	0,393	6	12	$3\frac{1}{4}$	3,156	82,55	2,857	$10\frac{9}{16}$	$3\frac{1}{4}$
$\frac{5}{8}$	0,607	15,87	0,509	$6\frac{7}{8}$	11	$3\frac{1}{2}$	3,399	88,90	3,107	$11\frac{3}{8}$	$3\frac{1}{4}$
$\frac{3}{4}$	0,728	19,05	0,622	$7\frac{1}{2}$	10	$3\frac{3}{4}$	3,642	95,25	3,323	$11\frac{1}{4}$	3
$\frac{7}{8}$	0,850	22,22	0,733	$7\frac{7}{8}$	9	4	3,885	101,60	3,573	12	3
1	0,971	25,40	0,840	8	8	$4\frac{1}{4}$	4,127	107,95	3,805	$12\frac{7}{32}$	$2\frac{7}{8}$
$1\frac{1}{8}$	1,092	28,57	0,942	$7\frac{7}{8}$	7	$4\frac{1}{2}$	4,370	114,30	4,055	$12\frac{15}{16}$	$2\frac{7}{8}$
$1\frac{1}{4}$	1,214	31,75	1,067	$8\frac{3}{4}$	7	$4\frac{3}{4}$	4,613	120,65	4,285	$13\frac{1}{16}$	$2\frac{3}{4}$
$1\frac{3}{8}$	1,355	34,92	1,162	$8\frac{1}{4}$	6	5	4,856	127,00	4,535	$13\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$
$1\frac{1}{2}$	1,457	38,10	1,287	9	6	$5\frac{1}{4}$	5,098	133,35	4,790	$13\frac{25}{32}$	$2\frac{5}{8}$
$1\frac{5}{8}$	1,578	41,27	1,369	$8\frac{1}{8}$	5	$5\frac{1}{2}$	5,341	139,70	5,020	$14\frac{7}{16}$	$2\frac{5}{8}$
$1\frac{3}{4}$	1,700	44,45	1,494	$8\frac{3}{4}$	5	$5\frac{3}{4}$	5,584	146,05	5,238	$14\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{2}$
$1\frac{7}{8}$	1,821	47,62	1,591	$8\frac{7}{16}$	$4\frac{1}{2}$	6	5,827	152,40	5,488	15	$2\frac{1}{2}$
2	1,942	50,80	1,716	9	$4\frac{1}{2}$						

### Metrisches Gewinde.

Schrauben- durchmesser	Kern- durchmesser	Steigung in	Schrauben- durchmesser	Kern- durchmesser	Steigung in
mm	mm	mm	mm	mm	mm
1,0	0,625	0,25	8	6,2	1,2
1,2	0,825	0,25	9	7,05	1,3
1,4	0,95	0,3	10	7,9	1,4
1,7	1,175	0,35	12	9,6	1,6
2,0	1,4	0,4	14	11,3	1,8
2,3	1,7	0,4	16	13,0	2
2,6	2,125	0,45	18	14,7	2,2
3,0	2,25	0,5	20	16,4	2,4
3,5	2,6	0,6	22	17,8	2,8
4,0	2,95	0,7	24	19,8	2,8
4,5	3,375	0,75	26	21,2	3,2
5,0	3,8	0,8	28	23,2	3,2
5,5	4,15	0,9	30	24,6	3,6
6	4,5	1	32	26,6	3,6
7	5,35	1,1	36	30	4
			40	33,4	4,4

Für Schrauben mit flachgängigem Gewinde nehme man die Anzahl der Gewinde halb so groß als für Schrauben mit scharfem Gewinde.

Besondere Änderungen erleidet dieses Verhältnis bei den sogenannten erweiterten Schrauben, an welchen die Durchmesser bedeutend größer sind, weil der Kern hohl ist, also bei Schrauben auf Röhren (Gasröhren, Wasserleitungs-

röhren etc.) an Stopfbüchsen, an Verschlüßkapseln usw. — Im allgemeinen bestimmt man das Verhältnis nach einer der oben angegebenen Regeln in der Weise, daß man den Querschnitt der Röhrenwand in einen massiven Kreisquerschnitt verwandelt und diesen der Teilung zugrunde legt.

Für schmiedeiserne Gasröhren ist hiernach folgende gebräuchliche Skale entstanden:

Tabelle für Gasgewinde.

Nr.	Lichter Rohrdurchmesser		Äußerer Gewindedurchmesser		Gewindetiefe		Anzahl der Gänge per	
	engl. Zoll	mm	engl. Zoll	mm	engl. Zoll	mm	engl. Zoll	Durchm.
1.	$\frac{1}{8}$	3,175	$\frac{13}{32}$	10,318	0,023	0,5852	19	—
2.	$\frac{1}{4}$	6,350	$\frac{17}{32}$	13,493	0,034	0,8636	19	$10^{\frac{3}{32}}$
"	$\frac{3}{8}$	9,525	$\frac{20}{32}$	15,875	0,034	0,8636	19	$11^{\frac{7}{8}}$
3.	$\frac{1}{2}$	12,700	$\frac{26}{32}$	20,637	0,046	1,1684	14	$11^{\frac{3}{8}}$
"	$\frac{5}{8}$	15,875	$\frac{29}{32}$	23,018	0,046	1,1684	14	$12^{\frac{11}{16}}$
"	$\frac{3}{4}$	19,050	$\frac{1^1}{32}$	26,194	0,046	1,1684	14	$14^{\frac{7}{16}}$
4.	$\frac{7}{8}$	22,225	$\frac{1^6}{32}$	30,162	0,058	1,4732	11	$13^{\frac{1}{16}}$
"	1	25,400	$\frac{1^{10}}{32}$	33,337	0,058	1,4732	11	$14^{\frac{7}{16}}$
"	$1\frac{1}{4}$	31,749	$\frac{1^{20}}{32}$	41,274	0,058	1,4732	11	$17^{\frac{7}{8}}$
"	$1\frac{1}{2}$	38,099	$\frac{1^{28}}{32}$	47,624	0,058	1,4732	11	$20^{\frac{5}{8}}$
"	$1\frac{3}{4}$	44,499	$\frac{2^4}{32}$	53,974	0,058	1,4732	11	$23^{\frac{3}{8}}$
4a.	2	50,799	$\frac{2^{12}}{32}$	60,325	0,058	1,4732	11	$26^{\frac{1}{8}}$
"	$2\frac{1}{4}$	57,149	$\frac{2^{20}}{32}$	66,674	0,058	1,4732	11	$28^{\frac{7}{8}}$
"	$2\frac{1}{2}$	63,499	3	76,199	0,058	1,4732	11	33
"	$2\frac{3}{4}$	69,849	$\frac{3^4}{32}$	79,374	0,058	1,4732	11	—
"	3	76,199	$\frac{3^{16}}{32}$	88,898	0,058	1,4732	11	—
5.	$3\frac{1}{2}$	88,898	$\frac{3^{30}}{32}$	100,01	0,058	1,4732	11	—
"	4	101,60	$\frac{3^{14}}{32}$	112,71	0,058	1,4732	11	—

Wenn eine Schraube sehr steil ansteigt und wenn deshalb nur wenig Gänge auf eine Längeneinheit kommen, so muß man die Gangbreite sehr groß machen, um die zur Hervorbringung des Widerstandes gegen Abscherung erforderliche Anhaftefläche zu erhalten. Diese Anordnung aber bringt zwischen Mutter und Spindel leicht eine störende Beweglichkeit hervor. Man umgeht sie daher, indem man den sehr breiten, hohen und tiefen Gang in mehrere Gänge teilt und somit einen schmalen hohen Gang mit einem schmalen tiefen Gang abwechselt. Es entsteht dadurch eine Schraube, welche mit mehreren, in gleicher Entfernung nebeneinander herlaufenden Gewinden versehen ist und darum auch mehrfache Schraube genannt wird, gegenüber der einfachen mit einem Gewinde. — Die Bezeichnung doppelte (zweifache), dreifache, mehrfache etc. Schraube oder doppeltes (Vis à deux filets, V. à double pas, *Double thread*), dreifaches (V. à trois filets, V. à triple pas, *Triple thread*), mehrfaches (V. à plusieurs filets, *Multiplex thread*) Gewinde erklärt sich hiernach von selbst. — Die Anwendung steiler, also mehrfacher Schrauben findet immer dann statt, wenn durch eine kleine Bogenbewegung der Schraube eine große Längsbewegung der Mutter oder der Spindel in der Mutter erfolgen soll. Ist  $s$  die Steigung der Schraube, so ist bei einer Umdrehung derselben auch  $s$  die Längsverschiebung; ist die Steigung aber  $n s$ , so findet eine Verschiebung  $s$  bei  $\frac{1}{n}$  Um-

drehung oder bei einem Drehwinkel von  $\frac{360}{n}$  Grad statt. Angenommen z. B. es soll eine Schraube bei  $120^\circ$  Drehung 15 mm Verschiebung veranlassen, so ist die Steigung  $s = 15 \cdot \frac{360}{120} = 45$  mm zu machen. Nach den gewöhnlichen

Regeln würde bei einer flachgängigen Schraube die Gewindbreite also  $\frac{s}{2} = 22,5$  mm sein und der Durchmesser der Spindel  $d = 5s = 225$  mm werden. Wenn aber der Steigungswinkel gleichzeitig z. B.  $6^\circ$  betrüge, so würde

$$d = \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha \cdot \pi} = \frac{45}{3,14 \cdot 0,105} = 136 \text{ mm sein.}$$

Die Ganghöhe wäre dann 13,6 mm, oder hoher und tiefer Gang zusammengekommen 27,2 mm. — Da jedoch der Umfang der Spindel  $136 \cdot \pi = 427$  mm ist, so würde statt der einfachen Schraube hier eine 15fache anzuwenden sein. Nähme man aber in diesem Fall eine Spindel von 75 mm Durchmesser und eine Ganghöhe von 7,5 mm, so daß hoher Gang + tiefer Gang = 15 mm werden, und eine dreifache Schraube, so wird der Steigungswinkel etwa  $10^\circ$ .

Je nach der Bestimmung der Schrauben kann der Grad der Vollkommenheit oder Genauigkeit derselben selbstverständlich ziemlich verschieden sein. Im allgemeinen ist jedoch, wenn die Stärke der Gänge, die Steigung, der Spindel-durchmesser, die Mutterhöhe usw. bestimmt ist, bei der Herstellung besonders dahin zu streben, daß diese Vorschriften genau eingehalten werden. Weitere notwendige Anforderungen an gute Schrauben sind: glatte, nicht splitterige, ausgebrochene Gänge und ein gehöriges Zusammenpassen zwischen Mutter und Spindel, so daß sie weder ineinander schlottern, noch sich festklebmen. Dieses setzt voraus, daß die Gewindgänge an jeder Stelle der Schraube nicht nur unter sich, sondern auch den Muttergängen vollständig gleich sind, woraus weiter folgt, daß nur dann eine Schraube als vollkommen angesehen werden kann, wenn eine bestimmte Anzahl von Gängen unter sich gleich sind und auf eine genau abgemessene Länge der Spindel kommen. — Eine solche vollkommene Schraube wird bei der geringsten Drehung sofort eine entsprechende Längenverschiebung erleiden. Bei einer Schraube jedoch, die nicht überall auf das genaueste mit der Mutter zusammenpaßt, wird eine kleine Drehung ausgeführt werden können, bevor ihre Gänge sich innig an diejenigen der Mutter anschließen, sie wird also nicht gleichzeitig mit Beginn der Drehung eine Verschiebung erhalten. Dieser Teil der Drehung, welcher ausgeführt werden kann, bis Schraube und Mutter in innige Berührung kommen, ist der tote oder leere Gang (*Temps perdu*, *Loss of time*, *End play*) der Schraube. Außer der ungleichmäßigen Verteilung der Gänge kann der tote Gang noch verursacht werden durch Verschiedenheit in der Dicke der Spindel und durch ein Krümmen der Spindel. Nun aber bildet die Schraube ein vorzügliches Mittel zu Abmessungen und zu feinen Einstellungen (*Mikrometerschraube*) und findet als solches eine außerordentlich häufige Verwendung, z. B. an geodätischen und physikalischen Instrumenten, an Meßwerkzeugen (*Zirkel*, *Stangenzirkel*, *Lehre* S. 63 etc. geben Beispiele), an Teilmaschinen etc. Eine Umdrehung der Schraube entspricht ja der Verschiebung um die Steigung  $s$ , weshalb eine in  $360^\circ$  geteilte Scheibe an der Schraube schon eine Verschiebung  $\frac{s}{360}$  abzulesen gestattet, also wenn  $s = 1$  mm, noch  $\frac{1}{360}$  mm, unter der Voraussetzung, daß kein toter Gang

vorhanden ist. Daher muß bei Herstellung von Schrauben zu solchen genannten und ähnlichen Bestimmungen besonders auf die Beseitigung des toten Ganges z. B. durch Aufschneiden der Mutter, die dadurch federnd sich anschließt, gesehen werden, was bei den gewöhnlichen Befestigungsschrauben nur bis zu einem gewissen Grade erforderlich ist.

So wie zu jeder Schraube zwei Teile, die Spindel und die Mutter gehören, so zerfällt auch die Erzeugung einer Schraube in die Anfertigung der Spindel oder Massivschraube und die Anfertigung der Mutter.

## A. Anfertigung der Schraubenspindeln.

Bei der Anfertigung der Schraubenspindeln ist bezüglich der äußeren Form in erster Linie auf die Gebrauchsbestimmung Rücksicht zu nehmen und zwar deshalb, weil in der Regel die Spindeln nur an einem Ende ein Gewinde und am anderen Ende eine besondere Ausbildung erhalten, welche entweder eine Drehung in der festliegenden Mutter erleichtern oder, bei einer drehenden Mutter, ein Festhalten der Spindeln veranlassen soll. Diese Ausbildung wird der Kopf der Schraube (*Tête, Head*) genannt und aus Zweckmäßigkeitsgründen verschieden ausgeführt. — Mitunter genügt es, die Spindeln zum Aufstecken eines drehenden Werkzeuges am Kopfe einfach viereckig zu gestalten oder mit einem querdurchgehenden Loche für einen als Hebel wirkenden Durchsteckstift u. dergl. zu versehen. In der Regel jedoch soll der Kopf auch die Bewegung der Spindel begrenzen, indem er sich gegen eine feste Fläche einer Wand, eines Gestelles, eines Lagers usw. legt. In solchen Fällen ist der Kopf in der Form einer Verdickung auszuführen, die entweder als Flügel (Flügel-schraube) zum Drehen mit der Hand, als Zylinder, mit einem Loche für Drehstifte, bezw. einem Einschnitte für Schraubenzieher, als Kugelabschnitt oder als Kegel, beide mit einem Einschnitte für Schraubenzieher, oder endlich als viereckige oder sechseckige Prismen zur Aufnahme von Schraubenschlüsseln ausgebildet wird. — Da sich kegelförmige Köpfe in entsprechende Vertiefungen einlegen sollen, so heißen die damit versehenen Schrauben auch versenkte Schrauben (*Vis noyée, Vis perdue, Sunk screw*). — Der Natur des Materials entsprechend, kommen an den hölzernen Schrauben nur zylindrische und prismatische Köpfe, außerdem Flügel vor.

Die Verfertigung der Massivschrauben (kurzweg Schrauben genannt) zerfällt demnach in diejenige der rohen Schraubenkörper (Bolzen, Schaft) und diejenige der Gewinde.

1. Erzeugung der Schraubenkörper. — Während bei hölzernen Schrauben der Schaft ausschließlich aus einem massiven Holzstücke durch Abdrehen und Stehenlassen eines, für den Kopf bestimmten, als Zylinder, Kegel, Prisma oder Flügel auszubildenden Teiles erzeugt wird, findet diese Anfertigungsmethode auch bei der Fabrikation kleiner Metallschrauben aus runden und sechseckigen Draht- oder Stangenabschnitten Anwendung, die Zylinder-, Prismen- oder versenkte Köpfe erhalten sollen. — Ebenso bildet das Gießen der Schäfte aus leicht begreiflichen Gründen (s. u.) eine Ausnahme. — In der Regel dienen als Grundlage Draht und Metallstangen, welche auf Scheren (S. 258) oder durch Abhauen in Stücke von passender Länge zerteilt werden, nachdem sie vor dem Zerteilen zur Herstellung vollkommen gleichen Durchmessers von der Dicke der zu erzeugenden Schrauben durch Ziehisen gezogen sind. Die Her- vorbringung der Köpfe erfolgt sodann entweder durch Stauchen oder durch Aufschweißen. Zum Stauchen bedient man sich in Einzelfällen des S. 211

angegebenen Verfahrens, indem man bei größeren (eisernen) Bolzen das Kopfeende im Schmiedefeuer erwärmt, anstaucht und in einem Nagelgesenke von entsprechender Größe ausschmiedet, oder der Schmiedemaschine. Allgemeiner ist eine Schraubenpresse mit Kegelreibrädern (S. 174) in Gebrauch, mittelst der ein abgepaßter runder Bolzen zwischen einem Untergesenk und einem Obergesenk in der Glühhitze angeköpft wird. Das Untergesenk ist ein Stahlklotz mit einer Durchbohrung zur Aufnahme des Bolzens; das Obergesenk enthält die Kopfform, in welche das über das Obergesenk hervorragende zylindrische Bolzenende eingepreßt wird. — Bei kleineren eisernen, namentlich den Schäften aus Draht ist ein Erwärmen nicht erforderlich, weshalb allgemein hier das Anstauchen durch sog. Kopfpressen<sup>1)</sup> stattfindet, die gewöhnlich auf dem Principe der Schmiedemaschinen (S. 175) beruhen, oder eine Art Fallwerk (S. 173) bilden. Um bei diesen Pressen die Arbeit zu beschleunigen, ist unter dem Stempel eine runde um eine horizontale Achse drehbare Scheibe angebracht, deren Umfang 6 bis 8 Gesenke enthält, die der Reihe nach die Stangen aufnehmen, unter den Stempel bringen und, nachdem der Kopf angestaucht ist, wieder ausstoßen (s. Nieten). Übrigens stehen letztere Maschinen auch zum Anköpfen der größeren, nur in glühendem Zustande zu verarbeitenden Eisen- und Stahlbolzen in Gebrauch. — Die größten Bolzen, die nur aus Eisen oder Stahl hergestellt werden, erhalten die Köpfe durch Aufschweißen eines über einen Dorn gebogenen Ringes in Gesenken, welche nach Art der Gesenke (S. 183) aus Unter- und Obergesenk bestehen, häufig unter Anwendung eines Dampfhammers (s. Schweißen).

Die rohen Schraubenspindeln unterliegen, bevor sie mit Gewinde versehen werden, in der Regel noch einer Nacharbeit<sup>2)</sup> auf Fräsmaschinen, Stoßmaschinen oder Drehbänken zur Herstellung genauer Maße besonders der Schlüsselweiten, sowie bestimmter Formen und sauberer Flächen. Namentlich ist es erforderlich, das Schraubenende etwas anzuspitzen, um das Eintreten in die Gewindeschneidwerkzeuge zu erleichtern. Diese letzte Arbeit geschieht gewöhnlich auf einer Drehbank, manchmal auch auf Fräsmaschinen mit hohlen Kegelfräsen.

2. Erzeugung der Gewinde. — Handelt es sich hierbei zunächst um die Anfertigung von metallenen Schrauben, so kann dieselbe stattfinden entweder 1. durch Gießen, 2. durch Schmieden in Gesenken, Drücken oder Walzen, 3. dadurch, daß man um den Kern einen entsprechend geformten Stab nach der Schraubenlinie herumwickelt und sodann damit fest verbindet, oder endlich 4. dadurch, daß man aus einem Massiv-Zylinder an der Oberfläche die vertieften Gänge ausarbeitet. — Bei hölzernen Schrauben kann aus naheliegenden Gründen nur die 4. Methode Anwendung finden.

a) Gegossene Schrauben. Das Gießen der Schrauben beschränkt sich selbstredend nur auf die gießfähigen Metalle, namentlich Gußeisen, Zinn, Blei und die Legierungen Messing, Bronze, Britannia-Metall usw. Da jedoch das Gußeisen wegen seiner unzuverlässigen Sicherheit selten als Schraube Verwendung finden kann, so kommen aus Eisen gegossene Schrauben selten vor. — Nur die sogenannten Schnecken oder Schrauben ohne Ende stellt man oft aus Gußeisen her. — Auch werden kleine eiserne Holzschrauben durch Gießen erzeugt und durch Adouzieren (S. 131) in den Zustand der Brauchbarkeit versetzt. — Große Schrauben aus Messing, namentlich aber aus Bronze werden öfters gegossen, ebenso die an Gefäßen (besonders aus Zinn und Zinnlegierungen)

1) Hütte 1863, Taf. I, 1868, Taf. 16. — Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 25; 1895, S. 176. — Dinglers Journ. 231, 321; 232, 399; 233, 449; 249, 74; 250, 47. — 2) Dinglers Journ. 273, 169; 281, 217.

vorkommenden Schrauben zum Verschlusse der Kapseln, Stopfen usw. Das Gießen findet dann entweder in Sand, Lehm oder in bleibenden Formen statt; im ersteren Fall mit Hilfe einer Schraube als Modell, die in Sand oder Lehm eingeformt und durch Ausschrauben aus der Form entfernt wird<sup>1)</sup>.

b) Geschmiedete Schrauben. Die Herstellung der Gewinde durch Schmieden kann höchstens bei Schmiedeeisen, schmiedbarem Messing und Stahl Anwendung finden. Es beschränkt sich aber dasselbe tatsächlich auf Schmiedeeisen und auf große Schrauben, wie sie z. B. beim Zusammenfügen von Holzstücken beim Schiffbau, beim Eisenbahnbau und als Hakenschrauben vorkommen und ein scharfes Gewinde haben. Das Schmieden nimmt man in zweiteiligen Gesenken, wovon jedes eine halbe Schraube enthält, in der Weise vor, daß man einen gehörig warmen Rundeisenstab nach jedem Schlag etwas weiter dreht. Um dabei ein genaues Zusammentreffen zu erzielen, werden die Gesenke zweckmäßig in einen Bügel gesteckt, wie in Fig. 224, S. 184 erläutert ist.

Mit dem Schmieden der Schrauben ist das Drücken und das Walzen nahe verwandt, insofern als auch hierbei das Gewinde ausschließlich durch Druck hervorgebracht wird. — Das Drücken findet auf die S. 213 beschriebene Art, mittelst Drückstähle oder glatter Rädchen statt und nur Anwendung, wenn Schraubengänge auf dünnen Blechröhren (Schraubekapseln, Lampenteile u. dergl.) hergestellt werden sollen. Man kann sich dabei einer massiven Schraube als Modell bedienen und diese aus dem Rohre durch Ausdrehen entfernen, was durch Teilung des Modelles erleichtert wird. Auch läßt sich mit der Sickenmaschine (S. 209) auf Blechröhren ein kurzes Gewinde erzeugen. — Zum Einwalzen der Gewinde, das hauptsächlich zur Anfertigung der Holzschrauben dient, sind mehrere Walzwerke<sup>2)</sup> in Vorschlag gebracht. Nach einer Anordnung bestehen sie aus drei Walzen oder Scheiben, deren Oberfläche Gewindgänge mit der gewünschten Steigung besitzen und die so gelagert sind, daß sie sich berühren, d. h. daß ihre Achsen in den Spitzen eines gleichseitigen Dreieckes liegen. Indem der Schraubenbolzen parallel zu den Walzenachsen in den zwischen den Walzen offen gebliebenen dreieckigen Raum eingeführt wird, schraubt er sich bei der Drehung der Walzen durch diesen Raum hindurch und empfängt von dem Walzdrucke zugleich das Gewinde. — Eine andere Konstruktion besteht aus nur zwei Walzen, welche so geneigt gelagert werden, daß ihre Achsen in der Horizontalprojektion unter der Walzenmitte sich nach dem Schraubensteigungswinkel schneiden. An diesem Schnittpunkte läuft peripherisch um die Oberwalze ein Schraubengang. Wenn daher ein runder Stab in der Achsenrichtung (den Kreuzungswinkel halbierend) durchgeschoben wird, erhält derselbe die Eindrücke von dem Gewindgang der Oberwalze.

c) Gelötete Schrauben. Auch die Methode, Schrauben durch Umwinden des Kernes mit einem Stäbchen herzustellen, das nach der Schraubenlinie herumgelegt und durch Löten befestigt wird, kommt nur noch selten in Anwendung, namentlich nur dann, wenn große flachgängige Schrauben, z. B. Pressschrauben an Pressen, Schraubstöcken usw. hergestellt werden sollen und andere Hilfsmittel fehlen. Da es hierbei für den Widerstand gegen das Abscheren wichtig ist, eine große Lotfläche und für die genaue Entfernung der Gänge eine Sicherung zu erhalten, so gibt man dem Stäbchen eine Form .

<sup>1)</sup> Dinglers Journ. 105, 249; 243, 286. — <sup>2)</sup> Dinglers Journ. 238, 458; 250, 497; 255, 501; 263, 413; 272, 48, 577. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1889, S. 444. — Ztschr. f. Werkzeugmaschinen 1896, S. 65. — Prakt. Masch.-Konstr. 1894, S. 134.

welche aus einem Quadrat und einer angesetzten Platte besteht, die an beiden Seiten genau um die halbe Gangbreite vorsteht und im Gesenke geschmiedet wird. Beim Umwickeln stoßen die Plattenkanten aneinander. Das Löten erfolgt dann auf die unter Löten zu erwähnende Weise.

d) Während die drei eben genannten Mittel zur Anfertigung der Schrauben selten und fast nur als Aushilfe angewendet werden, bildet die vierte Methode die Erzeugung derselben durch Ausarbeiten des vertieften Ganges die Regel, da sie nicht nur eine bei weitem höhere Genauigkeit und Sauberkeit erzielt, sowie eine schonendere Behandlung des Materials herbeiführt, sondern weil sie in allen Fällen und zwar auch bei Holz anwendungsfähig ist.

Allein auch hier können verschiedene Wege und Mittel gewählt werden, die sich im allgemeinen in 3 Gruppen bringen lassen. Erstens läßt sich der vertiefte Gang durch die Feile ausfeilen, zweitens durch Meißel und Hammer aushauen und endlich drittens durch Meißel ausschneiden.

**Gefeilte Schrauben.** Dieselben werden einfach dadurch angefertigt, daß man längs einer, um einen Zylinder herum vorgezeichneten Schraubenlinie Kerben bis zur gehörigen Tiefe einfeilt. Da die Feile ein sehr teures Werkzeug ist, und ihre sichere Führung große Geschicklichkeit erfordert, so kann diese Methode ebenfalls nur als Ausnahme betrachtet werden, die unter Umständen allerdings sehr gute Dienste leistet. So werden wohl auf diese Weise an Stiften, Haken, Ringschrauben etc. kurze Schrauben zum Einschrauben in Holz angefeilt; ferner werden die Schraubenspindeln an Schraubstöcken etc., besonders aber mehrfache Schrauben durch Feilen öfters angefertigt.

**Gehauene Schrauben.** Wenn man statt der Feile längs der Schraubenlinie einen Meißel durch Eintreiben mit dem Hammer tangential zur Spindel herumführt oder bei dreikantigem Gewinde gegen die Achse gehörig geneigt (links und rechts) einhaut, so entsteht ebenfalls ein vertiefter Gang und bei sorgfältiger Arbeit eine brauchbare Schraube, die außerdem, z. B. durch Feilen, noch verbessert werden kann. Daher möchte diese Methode, welche natürlich nur bei sehr großen Schrauben als zulässig erklärt werden kann, noch derjenigen unter 1 vorzuziehen sein, wengleich auch sie nur aushilfsweise anzuwenden ist. Sehr große hölzerne Preß- oder Windeschrauben sind recht gut durch Ausstemmen des vertieften Ganges, nach vorher aufgebracht, sorgfältiger Zeichnung anzufertigen.

**Geschnittene Schrauben.** Wird dahingegen ein Meißel von der Gestalt des vertieften Ganges und in tangentialer Richtung auf den Schnitt gestellt, längs der Spindel in der Schraubenlinie herumgeführt, so daß die Späne durch ein wirkliches Schneiden abgehoben werden, so entstehen die geschnittenen Schrauben, welche deshalb, weil das Schneiden der Schrauben (*Fileter*, *Tarauter*, *Screw-cutting*, *Screwing*) in jeder Beziehung den anderen Methoden vorzuziehen ist und immer angewendet werden kann, die Regel bilden.

Bei denjenigen Werkzeugen, welche das Ausschneiden des vertieften Ganges bewerkstelligen sollen, kommt in erster Linie die Beschaffenheit des Schneidmeißels oder Schneidzahnes und dann die sichere Führung desselben nach der Schraubenlinie in Betracht, wobei die Haupt- und Schaltungsbewegung entweder dem schneidenden Werkzeuge oder der Spindel allein gegeben, oder auf beide verteilt werden kann.

Was die Beschaffenheit des Schneidzahnes anbetrifft, so muß dieser ebenso gut wie bei den anderen schneidenden Werkzeugen mit einem passenden Schneidwinkel (Zuschärfungswinkel und Anstellungswinkel) versehen sein, wenn

die Wirkung eine gute und die Arbeit eine leichte sein soll. Derselbe muß daher nach den Regeln S. 241 Fig. 279 und den bei der Konstruktion der Drehwerkzeuge angegebenen angeordnet werden. — Ferner muß der Schneidzahn nach S. 245 wiederholt zum Angriffe kommen, wenn die Tiefe des Gewindes 1 mm überschreitet, da es beim Schraubenschneiden besonders unthunlich ist, dicke Späne wegzunehmen, weil hierbei leicht ein Verdrehen oder Verbiegen der Spindel eintritt. Dieser allmähliche Angriff kann nun entweder in der Weise erfolgen, daß ein Schneidzahn mehrere Male nacheinander den Schraubengeweg zurücklegt, nachdem er jedesmal dem Spindelzentrum um eine Spandicke näher gerückt ist, oder dadurch, daß mehrere Schneidzähne, welche je um eine Spandicke weiter vortreten, aufeinander folgend zum Schneiden gebracht werden, wie bereits S. 295 Fig. 324 B näher erläutert ist. Da die letzte Methode die Arbeit wesentlich fördert, so ist ihre Anwendung die empfehlenswerteste. Durch Fig. 414 A ist dieser Vorgang erläutert, indem die 3 Meißel 1, 2, 3 in solcher Entfernung von dem Mittelpunkte mit dem Zuschärfungswinkel  $\alpha$  und dem Anstellungswinkel  $i$  angreifen, daß jeder ein Drittel der Spandicke abschält. In diesem Fall ist außerdem bei der Anlage der Schneide stets das Prinzip im Auge zu behalten, daß dieselben so wenig als möglich seitwärts schneiden, aus Gründen, welche bereits S. 245 näher erklärt sind. — Beim Schneiden eines dreieckigen Gewindes von einiger Größe ist es daher nicht ratsam, in der Weise zu verfahren, daß man zunächst mit einem spitzen, dreieckigen Zahn eine dreieckige Furche einschneidet und letztere durch ein weiteres Vorschieben des Zahnes oder durch Nachfolgenlassen weiterer dreieckiger Zähne auszubilden, sondern es ist hierbei richtiger, zuerst einen flachen, mit geneigten Seiten versehenen, also trapezförmigen Meißel wirken zu lassen, wie die obere Schichte Fig. 414 B zeigt, sodann einen zweiten entsprechend schmäleren, aber ebenso gestalteten usw., und zuletzt erst beim Abheben des letzten Spanes aus der Tiefe des Ganges, einen Meißel von dreieckig prismatischem Querschnitte wie die unterste Schichte Fig. 414 B. Man soll also eine Reihe Meißel auf einander folgen lassen, die dadurch entstanden gedacht werden können, daß ein dreiseitig prismatischer Meißel (Fig. 414 B) parallel einer Längsseite in eine Anzahl Lamellen oder Schichten geteilt wurde, die nacheinander in der oben beschriebenen Weise zum Angriffe kommen. Diese Lamellen stellen einzeln auch zugleich die abgehobenen Späne dar.

Beim Schneiden hölzerner Schrauben dahingegen müssen Schneiden von solcher Schärfe und Gestalt angewendet werden, daß ein vollständiges Abschneiden der Fasern erfolgt und zugleich die richtige Form des vertieften Ganges entsteht. Da die hölzernen Schrauben aber nur dreieckiges Gewinde haben, so ist also die Querschnittsform des schneidenden Meißels eine dreieckige Rinne (Fig. 282 A, S. 245) welche jedoch, um gut zum Eingriffe zu kommen, schräg gegen die Fasern gestellt werden muß. Deshalb sind diese  $\surd$ förmigen Meißel (Geißfuß S. 268, Le V.) am schneidenden Ende stumpfwinklig abgeschnitten. Wegen der Weichheit des Materials genügt gewöhnlich ein Geißfuß zum Fertigschneiden, mitunter, namentlich bei großen Schrauben, werden wohl zwei aufeinanderfolgende zur Wirkung gebracht.

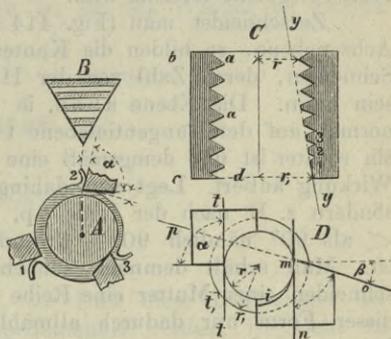


Fig. 414.

Von der größten Wichtigkeit für das gute Gelingen des Schraubenschneidens ist die Schaltbewegung, demnach also auch diejenige Anordnung, durch welche die schneidenden Meißel eine sichere Führung erhalten. Da es nahe liegt, in diesem Fall die Bewegung selbst wieder durch eine Schraube mit Mutter zwangsläufig zu machen, so erklärt es sich, weshalb die Führung des schneidenden Werkzeuges ausschließlich durch Schrauben gesichert wird.

Entweder kann nun dazu eine besondere Leitschraube (Patrone, Leitspindel) dienen, die, je nachdem die Arbeits- und Schaltbewegung verteilt sind, mit dem schneidenden Werkzeuge oder der zu schneidenden Schraube in solche Verbindung gebracht wird, daß die Bewegung der letzteren von der der ersteren ausgeht, oder es können die auf dem Kerne der zu schneidenden Schraube bereits vorhandenen Gänge als Leitung benutzt werden. In beiden Fällen ist natürlich auch eine Mutter zur Bildung eines Umschlusses erforderlich, welche ebenfalls passend mit dem schneidenden Werkzeuge oder dem Arbeitsstücke zu verbinden ist, wobei naturgemäß der Zwanglauf auch vollständig durch ein Mutter-Segment erreicht wird.

Zerschneidet man (Fig. 414 C und D) eine Schraubenmutter durch die Achsenebene, so bilden die Kanten aa der Gänge eine Aufeinanderfolge von Schneiden, deren Zahl von der Höhe der Mutter abhängt und daher beliebig sein kann. Die Ebene abcd, in welcher die Schneidkanten liegen, steht aber normal auf der Tangentialebene tt, weshalb denn auch der Schneidwinkel  $\alpha$  ein rechter ist und demgemäß eine abscherende oder schabende, also ungünstige Wirkung äußert. Legt man dahingegen die Schnittebene nicht durch die Achse, sondern z. B. nach der Linie op, so entsteht der Schneidwinkel omn, welcher  $<$  als  $90^\circ$  nämlich  $90^\circ - \beta$  und daher vollständig auf den Schnitt gestellt ist. Man erhält demnach zunächst durch passendes Zerschneiden oder Ausschneiden einer Mutter eine Reihe wirklich schneidender Zähne, welche aber in dieser Form nur dadurch allmählich das Ausschneiden der Gänge bewirken können, daß sie zuerst auf eine Entfernung  $r_1$  von der Achse des Kernes angesetzt werden müssen, welche gleich ist dem Radius r des Kernes plus der Gangtiefe t, und, nachdem sie eine seichte Furche eingeschnitten haben, wiederholt vorgeschoben werden, bis sie endlich in der Entfernung r von der Achse die Gänge vollständig ausbilden.

Die Methode aber, die Schneiden durch allmähliches Vorschieben nach dem Zentrum zum Schneiden zu bringen, hat mehrere Übelstände zur Folge.

Beim Beginn des Schneidens ist der Kerndurchmesser  $2 r_1 = 2 (r + t)$ , daher bei einer gewissen Steigung s der Steigungswinkel  $\alpha_1$  bestimmt durch

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{s}{2 (r + t) \pi}.$$

Am Schluß des Schneidens dahingegen, wenn dieselbe Steigung s beibehalten werden soll, ist der Winkel  $\alpha$  von  $\alpha_1$  abweichend, weil dann stattfindet

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{2 r \pi}.$$

Hieraus folgt, daß der Steigungswinkel am Schlusse des Schneidens größer ist als zu Beginn desselben, und daß demnach der anfangs gebildete Steigungswinkel auf Kosten der Gänge sich nach und nach verändern muß, wodurch die Genauigkeit der Schraube niemals einen sehr hohen Grad erreichen kann. Nimmt man beispielsweise eine scharfgängige Schraube von 25 mm Durchmesser und nach der Formel S. 432 eine Steigung

$$s = (1 + 0,08 \cdot 25) = 3 \text{ mm}$$

so wird  $t = 2,88 \text{ mm}$

und  $\text{tg } \alpha_1 = 0,038,$

also  $\alpha_1 = 2^{\circ} 11'$

und  $\text{tg } \alpha = \frac{3}{78,540} = 0,0496,$

also  $\alpha = 2^{\circ} 50';$

also ist  $\alpha$  um  $39'$  größer als  $\alpha_1$ .

Bei einer flachgängigen Schraube von 30 mm äußerem Durchmesser beträgt nach S. 432

$$s = \frac{30}{5} = 6 \text{ mm}$$

und die Tiefe  $t = \frac{6}{2} = 3 \text{ mm}$

also der Kerndurchmesser 24 mm. — Danach ist für den Winkel bei Beginn des Schneidens

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{6}{(24 + 6)\pi} = \frac{1}{5 \cdot \pi} = 0,06366$$

und  $\alpha_1 = 3^{\circ} 38'$

und am Schluß des Schneidens

$$\text{tg } \alpha = \frac{6}{24\pi} = 0,0795$$

und daher

$$\alpha = 4^{\circ} 33'$$

also beträgt der Winkelunterschied 1 Grad. — Daß diese Differenzen bei steilen, also mehrgängigen Schrauben noch bedeutender werden, ist leicht zu erkennen.

Ein zweiter Übelstand bei dieser Art die Schneiden zum Angriffe zu bringen liegt darin, daß die Gänge erst nach mehrfacher Wiederholung desselben Vorganges fertig werden, wodurch namentlich ein großer Zeitverlust herbeigeführt wird. — Drittens endlich sollen die Schneiden so angreifen, daß sie möglichst wenig von der Seite schneiden, was besonders beim Ausschneiden tiefer und breiter Gänge, also beim Schneiden großer Schrauben wichtig ist.

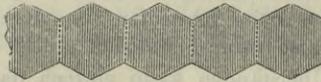
Diesen sämtlichen Übelständen kann einfach dadurch abgeholfen werden, daß man von den dreikantigen Schneiden die Kanten nach der Linie  $yy$  Fig. 414 C und D wegnimmt, so daß die Entfernung  $r_1$  dem äußeren Radius der Schraube und  $r$  dem Kernhalbmesser entspricht. Beginnt man dann das Schneiden mit dem abgestumpften Gang 1 und setzt es fort mit den Gängen 2, 3 usw., so wird: 1. der Steigungswinkel nicht geändert, 2. ein allmähliches Ausarbeiten des Ganges bewirkt und 3. die Schraube in einer ununterbrochenen Operation fertig geschnitten. Es verdient daher diese Anordnung allein Anwendung, um so mehr, als die Herstellung derselben sehr leicht ist, da eine volle Mutter nur durch einen konischen Bohrer oder Räumer an einem Ende erweitert zu werden braucht.

Um die schneidende Wirkung der Gangkanten an einer Mutter hervorzubringen, ist es selbstredend durchaus nicht erforderlich, die Mutter zu zerschneiden, wenn dieselbe nach dem eben erwähnten Verfahren konisch erweitert ist, sondern es genügt dann eine Längsfurche, Fig. 417 A und F (S. 448), auszuarbeiten.

Hat man mit einer zum Schneiden geeignet gemachten Mutter einen Teil einer Schraube auf der Spindel erzeugt, so bildet dieser Teil für die Fortsetzung der Arbeit ohne weiteres eine Führung, so daß es bei diesem Schneidwerkzeuge einer weiteren Anordnung für das sichere Fortschieben während des Schneidens nicht bedarf. Wenn jedoch in der Mutter nur eine schmale Furche zur Bildung der Schneidzähne vorhanden ist, so treten wiederum einige Erscheinungen ein, die ein sauberes Schneiden verhindern. Zuerst können die abgeschnittenen Späne nicht genügend entweichen. Zweitens klemmen sich die Gänge der Schraube leicht ein, weil es kaum zu vermeiden ist, daß kleine Spänchen oder abgeriebene Metallteilchen in die Gänge geraten, oder daß eine kleine Erwärmung der Spindel und ein Ausquetschen des Gewindes eintritt. Deswegen soll man nicht nur die Furchen breit machen, sondern auch die Berührungsflächen zwischen Spindel und Mutter auf das kleinste Maß bringen. Aus diesem Grunde ist es besonders empfehlenswert, die Mutter nunmehr nur aus drei Segmenten bestehen zu lassen, da drei parallele Linien im Kreise einen Zylinder festlegen und damit die Führung sichern; es genügt dann, der Abnutzung halber, den Führungsgängen einen Bogen von 10—35 Grad zu geben.

## B. Anfertigung von Schraubenmuttern.

Je nachdem das Muttergewinde in einem Loche eines Gestelles, einer Platte u. dergl. zum Einschrauben der Spindel oder in einem selbständigen Stücke erzeugt werden soll, ist die Anfertigung desselben verschieden, weil der letzte Fall die Herstellung besonderer Mutterkörper (Muttern im engeren Sinne) voraussetzt, die zum Zwecke des Drehens entweder als Flügelmutter, Scheibenmutter (gerändelte oder glatte Scheiben mit Einsteckstiften) oder Prismenmutter (viereckige oder sechseckige Prismen) in Gebrauch sind und je nach dem Material (Gußeisen, schmiedbares Eisen, Messing, Zinn, Holz etc.) durch Gießen, Schmieden, Schneiden etc. ihre Form erhalten. Die wichtigste hier zu betrachtende Art der Herstellung bezieht sich auf die Fabrikation der schmiedeeisernen Muttern, da sie am häufigsten vorkommt und mehrere Ver-



schiedenartigkeiten darbietet. — Viereckige Muttern erhält man einfach durch Abhauen entsprechender Stücke von Eisenstäben und durch Lochen beziehungsweise Ausbohren derselben. Die sechseckigen Muttern werden gewonnen: 1. aus sechseckigen Stäben, von welchen man Stücke in der Höhe der Muttern mit Kreissägen oder Stichel abschneidet; — 2. durch Zerteilen eines in der obestehenden Form vorgewalzten Eisenstabes mit einer Schere; — 3. durch Zusammenschweißen eines um einen Dorn gebogenen Stabes mit Nachschmieden in Gesenken; — 4. durch Ausstoßen auf der Lochmaschine (S. 260) wobei am zweckmäßigsten ein passender Eisenstab rotwarm zuerst gelocht und dann mittelst eines sechseckigen Stempels abgeschnitten, sowie zugleich infolge der Form des Stempels und der Unterlage mit der üblichen Wölbung versehen wird (Muttermaschine, Mutterpresse)<sup>1)</sup>. — Nach einer anderen Methode

<sup>1)</sup> Dingers Journ. 231, 399; 232, 410; 273, 168; 283, 81. — Prakt. Masch.-Konstr. 1895, S. 157.

treibt man Rundeisenabschnitte von der Höhe der Muttern dadurch in die sechseckige Matrize hinein, daß man das Loch mittelst eines eingepreßten Dornes bildet (S. 265); — 5. durch Schmieden aus dem Ganzen in Gesenken unter Zuhilfenahme von Schmiedemaschinen und Tritthämmern. Die nach den Methoden 1, 2 und 5 erzeugten Prismen erhalten die Gewindelöcher nachträglich durch Bohren auf mehrspindeligen Bohrmaschinen (S. 364); im Fall 1 wird das Abschneiden vielfach auf Drehbänken vorgenommen und dabei zugleich das Loch durchgebohrt.

Wenn die Eigenschaften des Materials ein Gießen der Muttern zulassen, dann wird in der Regel auch zugleich das Gewinde mit eingeformt und gegossen. (Zinnerne Verschußkapseln.) — Vereinzelt bedient man sich noch des Einlötens zur Herstellung des Gewindes nach der S. 439 beschriebenen Art, indem man ein  förmiges Stäbchen zu einem zylindrischen Rohre aufwickelt, in das Loch der Mutter schiebt, und nun verlötet. Die wichtigste Art jeder Gewindeherstellung ist jedoch auch hier das Schneiden der Muttern (Tarauder, *Tapping*), weil dieses in allen Fällen, bei Holz ausschließlich, anwendbar ist.

Beim Schneiden der Muttern liegt die Aufgabe vor, durch Ausarbeitung eines vertieften Gewindganges auf der Innenfläche eines Hohlzylinder ein hohes Gewinde zu erzeugen. Da dies nun weder mit der Feile, noch durch Aushauen geschehen kann, so beschränkt sich die Operation gänzlich auf die Verwendung schneidender Meißel, die gehörig gehalten, in der Schraubenlinie auf der Innenfläche der rund ausgelehten Mutter entlang geführt werden. Der Prozeß gleicht deshalb demjenigen, der zum Schneiden der Spindel angewendet wird, da dieselben Bedingungen erfüllt werden müssen, die S. 440 etc. ausführlich für das Schneiden der Massivschrauben erörtert wurden. — Die Betrachtung erstreckt sich dabei offenbar auf die Beschaffenheit der Schneidzähne und auf die Führung derselben. Im allgemeinen kann dabei auf das verwiesen werden, was a. a. O. über die Schneiden und ihre Führung zum Spindelschneiden gesagt wurde. — Im besonderen unterscheidet sich das Werkzeug zum Schneiden der Mutter von dem zum Schneiden der Spindel dadurch, daß die Schneidzähne des ersteren, weil sie in den zylindrischen Hohlraum der Mutter eintreten, an der Außenfläche eines passenden Körpers sitzen müssen. — Auch hier wird entweder das zur Führung dienende Gewinde mit den Schneidzähnen direkt in Verbindung gebracht, oder es wird die verschiebende Bewegung mittelst besonderer Schrauben etc. erzeugt. — Das in diesem Fall zu verwendende Werkzeug ist daher eine mit Schneiden ausgestattete Spindel, welche in die Mutter eingedreht sehr bald eine Führung erhält, sich daher ohne weiteres fortschiebt und die hohlen Gänge ausarbeitet.

Eine solche schneidende Spindel wird Schraubenbohrer [Gewindbohrer, Schneidbohrer, Mutterbohrer, Taraud, Tarau, *Tap*, *Screw tap*, *Taper tap*] <sup>1)</sup> genannt.

Je nach der Art, wie an dem Schneidbohrer die Schneiden angebracht sind, werden dieselben in der Form und in der Wirkung sehr verschieden.

Schon dadurch, daß man eine Massivschraube A (Fig. 415) in der Weise abfeilt, daß der Querschnitt allmählich von dem runden in einen quadratischen übergeht und daß sich der Bohrer nach dem unteren Ende so viel verjüngt,

<sup>1)</sup> Publ. ind. Bd. 3, S. 47. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1865, S. 109 u. 112; 1885, S. 198; 1900, S. 1752; 1903, S. 416. — Prakt. Masch.-Konstr 1869, S. 372. — Dinglers Journ. 202, 172; 223, 352, 569; 267, 581; 268, 143, 287; 275, 312; 283, 155; 284, 79; 291, 71. — Ztschr. f. Werkz. 1897, S. 344; 1901, S. 288.

daß nur noch eine Spur vom Gewinde sichtbar ist, entstehen bei a, b, c, d, (C) Kanten, die Späne abschaben; günstiger wirken dieselben jedoch schon, wenn der Querschnitt durch Abfeilen dreier Seiten in ein gleichseitiges Dreieck abc verwandelt wird (B). Allein es drücken sich, wie schon bei den Reibahlen erwähnt wurde, diese Schneiden leicht ein und arbeiten daher unsicher. Zur Beseitigung dieser Unsicherheit als auch zur Erreichung einer zentralen

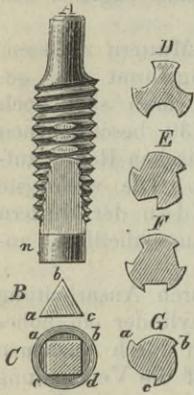


Fig. 415.

Lage, stattet man daher sehr zweckmäßig den Bohrer mit einem zylindrischen Zapfen n aus, dessen Durchmesser so gewählt ist, daß er genau in das vorgebohrte Loch paßt. — Sowohl bei der viereckigen, als bei der dreieckigen Gestalt des Bohrers ist jedoch nicht nur der Schneidwinkel an und für sich ein ungünstiger, sondern er verliert sich, da wo die vollen Gänge der Schrauben eintreten, ganz, so daß am oberen Teile des Bohrers nur noch ein Stauchen und Quetschen stattfinden kann. Zum Schneiden kleiner Muttern jedoch, wo nur wenig Metall fortzunehmen ist, sind sie sehr wohl brauchbar und daher vielfach in Anwendung.

Zum Schneiden größerer Muttern müssen aber die Bohrer, wenn sie vorteilhaft wirken sollen, mit regelrecht gebildeten Schneiden ausgestattet sein, die nach den S. 441 gegebenen Regeln aufeinanderfolgen und dadurch gewonnen werden, daß man die Bohrer nach dem unteren Ende konisch

abdreht und sodann auf der Oberfläche mit Kerben ausstattet, welche entweder der Achse parallel oder auf Grund der bei den Bohrern (S. 350) aufgestellten Vorteile, in sehr schlanken Schraubenlinien herumlaufen und jedenfalls groß genug sind um die Späne aufzunehmen, welche sich in den schraubenförmig verlaufenden Nuten hinausschieben. — Es ist hierbei ausreichend, drei solche Einschnitte anzubringen, wenngleich mitunter vier bis sechs, seltener zwei angetroffen werden. Die Gestalt der Kerben ist gleichgültig, wenn sie sonst die Herstellung richtiger Schneidwinkel bewirkt. Gewöhnlich sind sie halbrund (D), dreieckig (E), mitunter selbst viereckig (F). Bei diesen Bohrern fehlt aber der Anstellungswinkel. Außerdem erzeugen die großen, zwischen den Schneiden liegenden Führungsflächen sehr bedeutende Reibungswiderstände, weil sich leicht kleine Metallteile dazwischen drängen. Aus diesem Grunde ist der Querschnitt sehr empfehlenswert, welcher durch G dargestellt und durch Hinterdrehen (S. 408) erzeugt ist und durch den 3 Reihen sehr wirksamer Zähne a b c gewonnen sind, deren Zwischenräume die Späne leicht aufnehmen und die Anstellungswinkel hervorbringen. In der Regel sind diese Bohrer sehr schlank konisch und daher sehr lang, weil die Mutter um so regelmäßiger ausfällt, je mehr Gänge des Bohrers zur Wirkung kommen. Werden dann aber die Bohrer so lang, daß ein Wanken zu befürchten ist, so wendet man zwei oder drei aufeinanderfolgende an. Die zuletzt eintretenden Gänge sind dann vollständig erhalten, damit sie dem Gewinde die letzte Vollendung geben. — Um das Einpressen der hohen Muttergänge in die scharfen vertieften Gänge der Schneidbohrer zu vermeiden, werden die Gänge der letzteren wohl noch auf der Drehbank mit einem Spitzstahl ausgestochen.

Zum Schneiden der Muttern in Holz verwendet man ebenfalls Gewinde- oder Mutterbohrer. Doch wird hier in den meisten Fällen denselben eine höchst unvollkommene Einrichtung gegeben, wie aus ihrer Anfertigung hervorgehen mag. Man nimmt gewöhnlich dazu ein pyramidales Eisenstück, das durch Einsetzen gehärtet wird, von der Form Fig. 416 A, so daß das untere Ende in das

gebohrte Loch der Mutter eintreten kann. Der Querschnitt ist, wie bei B sichtbar, viereckig mit ausgehöhlten Seiten 1, 2, 3, 4 versehen, so daß vier Schneidkanten a b c d entstehen. Diese vier Kanten werden nun mit einer dreieckigen Feile ausgefeilt, wodurch also eine Reihe Spitzen gebildet wird, welche in einer Schraubenlinie liegen und ein Stück der konischen Schraube bilden. Die Fehler dieses Werkzeuges liegen nicht nur in dem Schneidwinkel, der nur ein Auskratzen möglich macht, sondern auch in seiner konischen Form, weil deshalb die Anfänge der Gänge einen größeren Neigungswinkel haben als die fertigen. Außerdem wird es für große Muttern — wie sie ja bei Holz so oft vorkommen — bis zur Unhandlichkeit schwer. Man hat zur Vermeidung dieser Übelstände daher auch die Schneidbohrer für Holz nach den Regeln herzustellen, welche oben für diejenigen zum Gebrauche in Metall angeführt sind, mit der Rücksichtnahme, welche das weiche Material zuläßt und fordert. So sind zunächst die Bohrer Fig. 416 C mit vier breiten Schneidgängen und dem gezeichneten Querschnitte, sodann D mit sichelförmigem Querschnitte und schneidenden Kanten entstanden. Hieraus bildete sich der Bohrer Fig. 416 F, welcher aus einem Rohre besteht, das auf der Oberfläche die Gänge hat und der Länge nach durch einen schrägen Einschnitt g aufgeschlitzt ist. Wenn nun als letzte Verbesserung diese Gänge inwendig angeschärft werden, so erhält man Geißfüße, also vollständig schneidende Zähne m, wie Fig. 416 G zeigt. Beim Schneiden großer Muttern, welche das Ausheben des Spanes auf einmal nicht zulassen, sondern eine Teilung verlangen, wird am Schneidbohrer noch ein geißfußartiger Vorschneidzahn angebracht, der von dem eigentlichen Schneidzahn um einen halben Gang absteht und an der Stelle sitzt, wo der zur Führung dienende Zylinder m aufhört. Mit diesen Bohrern lassen sich bequem Muttern bis 75 mm und mehr Durchmesser schneiden. — Als Notbehelf können Gewindbohrer auf einfache Weise angefertigt werden, indem man eine hölzerne Schraube mit der Säge der Länge nach in der Achse aufschneidet und in diesen Schnitt ein Stahlblech legt, welches an den beiden Längskanten nach Art der Säge so ausgeschnitten ist, daß die Zähne mit den Gängen zusammenfallen. Durch Wegnahme der Gänge vor diesem Bleche, wie bei a, Fig. 416 D, wird dann der Raum zur Aufnahme der Späne geschaffen. —

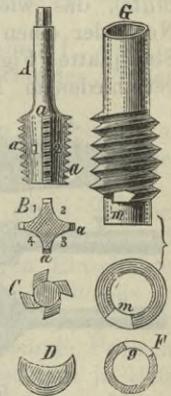


Fig. 416.

Die Mittel, welche zur Anwendung gelangen, um die zum Schneiden geeigneten Werkzeuge in Tätigkeit zu setzen und somit die erforderlichen Bewegungen zwischen Arbeitsstück und Werkzeug hervorzubringen, sind je nach der Verteilung der drehenden Arbeits- und der fortschreitenden Schaltbewegung, nach der Größe der erforderlichen Kraft und mehreren Zweckmäßigkeitsgründen verschieden. Im allgemeinen muß bei Beginn der Arbeit, wie bei der Reibahle S. 427 der Druck in der Achsenrichtung vorherrschen bis von dem Gewinde so viel entstanden ist, als die zwangläufige Fortschiebung nach der Gewindesteigung erfordert. Zugleich beginnt aber das Schneiden in der Arbeitsrichtung also tangential und zwar in der Weise, daß die Drehung ohne weiteres ein Nachziehen in der Achsenrichtung verursacht.

Bezüglich der Kraftmittel ist vorauszuschicken, daß das Schneiden entweder mit der Hand und einfachen Geräten, oder auf der Drehbank oder auf besonderen Schraubenschneidmaschinen stattfindet.

**1. Schraubenschneiden mit der Hand.** Zum Schneiden der Massivschrauben mit der Hand bedient man sich ausschließlich eines Werkzeuges mit einer schneidenden ungeteilten oder geteilten Mutter, welche um die gewöhnlich in den Schraubstock eingespannte Spindel in Schraubelinien herumgeführt wird.

Das unvollkommenste Werkzeug dieser Art ist das Schneideisen, Schraubenschneideisen oder Schraubenblech (*Filière simple, Screw-plate*), das wieder in zwei verschiedenen Anordnungen in Anwendung steht. Nach der einen — der unvollkommensten — wird dasselbe aus einer gehärteten Stahlplatte (Fig. 417 A) gebildet, welche eine Anzahl Löcher 1, 2, 3, 4, von verschiedenem Durchmesser enthält, die mit Gewinden versehen sind, welche diesen Durchmessern entsprechen. Mit

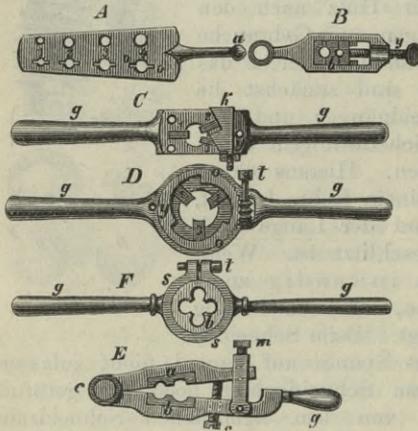


Fig. 417.

einem dieser Löcher wird das Werkzeug auf die etwas konisch gefeilte oder gedrehte Spindel gesteckt und um dieselbe herumgeführt. Die Folge davon ist, daß sich die erhöhten Gänge des Schneideisens gewaltsam in das Metall eindrücken, welches auszuweichen sucht und sich in die vertieften Gänge des Werkzeuges einpreßt. Es findet demnach ein Schneiden gar nicht statt, sondern ein Quetschen, welches zur Folge hat, daß die erhöhten Gänge aus zwei aufgeworfenen Graten bestehen, deren Durchmesser natürlich größer als der ursprüngliche Spindel-durchmesser ist. Weil die Schrauben auf eine solche Weise nicht nur zu ihrer Erzeugung einer großen Kraft bedürfen,

und weil dieselben wegen der gewaltsam ausgepreßten Gänge nur geringe Festigkeit besitzen, so findet das Schneideisen nur zur Anfertigung kleiner Schrauben bis etwa 5 mm Durchmesser Anwendung. Um die erforderliche Anzahl, nämlich etwa vier Schneidgänge aufzunehmen, besitzt das Schneideisen eine Dicke, die gleich dem Lochdurchmesser, also 1 bis 5 mm ist. — Für die kleinen Schraubchen in der Uhrmacherei etc. ist das Schneideisen unentbehrlich. Gewöhnlich wird dann aber die zu schneidende Spindel mit dem Feilkloben gefaßt und in das Gewinde des Schneideisens hineingedreht. — Die Zahl der Löcher ist verschieden groß, denn während die Schneideisen für kleine Schrauben wohl 24 enthalten, haben die für große oft nur 3. Die ersteren erhalten eine Breite von 12—50 mm und eine Länge von 50—120 mm und einen gewöhnlich gekröpften Stiel *a* zur bequemen Handhabe; die großen sind dahingegen mit zwei einander entgegenstehenden Stielen zum kräftigeren An-fassen ausgestattet. — Damit die kleinen Spänchen, welche durch die Rauhigkeiten des Gewindes abgerieben werden, sich entfernen können, ist es gebräuchlich den Gewindlöchern seitwärts kleine Einschnitte *o* (Fig. 417 A) zu geben. Indem dadurch zugleich Schneidkanten gebildet werden, so ist diese Anordnung für große Schneideisen allgemein.

Zum Schneiden größerer Schrauben bedient man sich fast ausschließlich der geteilten Mutter, welche in ähnlicher Weise wie das Schneideisen zur Wirkung gebracht wird. Die Mutterteile heißen Backen (*Schrauben-backen, Schneidbacken, Coussinets, Coins à vis, Dies, Screw dies*) und liegen in einem Rahmen, in dem sie nicht nur gehörig eingestellt, sondern

auch befestigt werden können und mit dem sie mittelst angebrachter Stiele Umdrehung erhalten. Das Werkzeug, welches diese Teile vereinigt, ist die Kluppe [Schraubenkluppe, Schneidkluppe, Filière brisée, F. à coussinets, *Screw-stock*, *Die-stock*<sup>1)</sup>], welche, wie das in der Natur der Sache liegt, sehr verschieden eingerichtet ist (Fig. 417 B, C, D, E, F), je nach der Größe, nach der Zahl der eingelegten Backen, nach der Zahl der Backenteile (2, 3 oder 4backige Kluppen) und nach der Art des Einlegens, des Verstellens und Befestigens der Backen.

Die Zahl der Backenpaare in einer Kluppe ist gewöhnlich 1, nur bei kleineren Kluppen der Bequemlichkeit halber 2 bis 6 mit entsprechenden Größenabstufungen.

Die Größe der Kluppe, d. h. die Entfernung der beiden Endpunkte an den Griffen beträgt 0,1 bis 1 m und bei den sehr großen zweiarmigen Kluppen noch mehr.

Von größter Wichtigkeit ist das Einlegen der Backen, damit dieselben während des Schneidens unverrückbar festliegen. In der Regel werden die Backen b der zweibackigen Kluppen (B) seitwärts mit dreieckigen Einschnitten versehen und hiermit auf dreieckige Leisten innerhalb des Kluppenrahmens geschoben, genau so wie die Seckeneisen in den Seckenzug (S. 189, Fig. 228). Statt dieser dreieckigen Prismenführung kommt auch eine halbrunde Prismenführung in Anwendung. Vielfach werden die Backen nur abgeschrägt in einen keilförmig erweiterten Rahmen gelegt und durch eine übergeschobene Platte (Deckplatte) festgehalten. Bei dreibackigen Kluppen befinden sich in dem Rahmen drei radial gestellte Schlitz- oder Vertiefungen (1, 2, 3, Fig. 417 C, D), in welchen die drei Backen liegen und ebenfalls durch eine (in der Zeichnung weggelassene) Deckplatte festgehalten werden.

Das Einstellen der Backen geschieht durch Stellschrauben bei den zweibackigen, durch Keile, oder exzentrische Einschnitte einer sich drehenden Scheibe bei drei- und mehrbackigen Kluppen. Im ersten Fall ist entweder nur eine Schraube s vorhanden (Fig. 417 B), welche den einen Backen vorschiebt, oder es gibt deren zwei, für jeden Backen eine. Bei letzterer Anordnung sind die Backen besser so einzustellen, daß der Kluppenschwerpunkt in die Achse der zu schneidenden Schraube fällt, weshalb zwei Stellschrauben den Vorzug verdienen.

Werden Stellkeile bei dreibackigen Kluppen angewendet, so ist ihre Einrichtung gewöhnlich so, wie Fig. 417 C zeigt, woraus zu ersehen ist, daß nur zwei Backen 2 und 3 verschoben werden, während der Backen 1 festliegt. Der Keil k mit zwei schrägen Flächen liegt, wie die Backen, in einer Vertiefung des Rahmens und wird durch die Mutter s bewegt. — Sollen jedoch alle drei oder auch mehr Backen gleichzeitig und gleichmäßig vorgerückt werden, so ist die in Fig. 417 D gezeichnete Vorrichtung besonders empfehlenswert. Die Backen 1, 2, 3, welche in radialen Vertiefungen geführt werden, lehnen sich an die exzentrischen oder Spiralfächen einer runden Scheibe s an, die in einer runden Versenkung der Kluppe liegt und durch die Schraube ohne Ende t, welche in einen gezahnten Bogen der Scheibe eingreift, in Drehung versetzt wird, so daß je nach der Drehrichtung der Schraube die Backen zusammenge-

<sup>1)</sup> Publ. ind., Bd. 8, S. 221. — Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 372; 1871, S. 192; 1873, S. 247. — Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1860, S. 203; 1865, S. 116. — Polyt. Centr. 1855, S. 648; 1856, S. 441 u. 525; 1860, S. 1037; 1863, S. 1327; 1864, S. 159 u. 1271; 1865, S. 380 u. 1110; 1870, S. 317; 1871, S. 793; 1874, S. 22 u. 1509. — Dinglers Journ. 137, 164; 142, 233; 149, 92; 158, 251; 163, 19; 169, 404; 173, 13; 195, 498; 219, 113; 223, 352, 569; 224, 104; 228, 20; 245, 492.

klemmt oder frei gemacht werden. Eine Deckplatte, welche mit drei Schrauben bei o festgelegt wird, verhindert die Backen und Keile am Herausfallen. — Zur Bewegung der Kluppe dienen zwei Griffe gg, die in der Achse des Rahmens (C) oder an dessen Ecken (diagonal) angebracht sind.

Die eben beschriebenen Kluppen sind die gebräuchlichsten. Unter den zahlreichen Abänderungen, die an denselben vorkommen, mögen hier nur die wichtigsten aufgeführt werden. Zur Ersparung der Preßschrauben an zwei-backigen Kluppen hat man den einen Griff der Kluppe mit einem Gewinde versehen und in den Rahmen eingeschraubt, um denselben zugleich als Preßschraube zu benutzen. Bei dieser Anordnung sollte zur Verhinderung des Drehens dieses Griffes während des Schneidens eine Gegenmutter niemals fehlen. — An kleinen Kluppen findet man oft nur einen Griff oder Stiel; solche Kluppen verlangen, wenn sie nicht auf der Drehbank gebraucht werden, in der Handhabung besondere Übung. — Soll eine größere Anzahl Schrauben von genauer Übereinstimmung geschnitten werden, so bietet die gewöhnliche Kluppe manche Unbequemlichkeit. Zunächst ist es sehr schwer, mit vollständiger Genauigkeit dieselbe Backenöffnung für jede einzelne Schraube herzustellen, wenn nicht an der Stellschraube ein Zeiger mit Skale angebracht ist, und dann fordert das Zurückdrehen der Kluppe oder das Öffnen der Backen einen bedeutenden Zeitaufwand. Beiden Übelständen hilft die Konstruktion der Scharnier- oder Scherkluppe (Filière à charnière, *Hinged screwing stock*) ab. Dieselbe besteht (Fig. 417 E) aus den zwei Teilen a, b, welche bei c durch ein Scharnier scherenartig verbunden sind und an der inneren Fläche die Schneidbacken erhalten. Die Annäherung beider Backen erfolgt durch einen Bügel m, der drehbar an b befestigt ist und über a faßt. Eine Schraube m preßt die Backen gegeneinander, während eine Stellschraube s die Entfernung derselben genau festlegt. Nach Lösung der Schraube m ist der Bügel abzuschlagen und die Kluppe zu öffnen, also von dem Arbeitsstücke seitlich abzuziehen. Eben so schnell geschieht das Schließen dieser Kluppe bis zur bestimmten Backenöffnung an jeder Stelle des Arbeitsstückes. Statt des einen Griffes g sind die größeren Scharnierkluppen mit zwei Griffen versehen.

Eine Vergleichung der Schneideisen mit den Schneidkluppen ergibt für beide Werkzeuge Vor- und Nachteile. Während die Kluppe ein gutes Schneiden veranlaßt, ist die schneidende Wirkung des Schneideisens entweder gar nicht vorhanden oder doch sehr mangelhaft. Die erstere ist daher besonders zum Schneiden großer Schrauben geeignet, wozu die Schneideisen vollständig unbrauchbar ist. Dahingegen hat die Kluppe den Nachteil der beweglichen Teile mit Stellvorrichtungen, die bei Erzeugung sehr kleiner Schrauben das Werkzeug zu unhandlich machen. Das Schneideisen mit seinen festen Teilen arbeitet daher sehr gleichmäßig (weshalb es z. B. oft zum Nachschneiden der mit der Kluppe geschnittenen Schrauben dient) und kann zur Anfertigung kleiner Schrauben eine entsprechend geringe Größe erhalten.

Die Vorteile beider Werkzeuge sind dadurch zu vereinigen, daß man durchaus schneidende wirkende feste Backen konstruiert, welche in eine Einspannvorrichtung oder ein Wendeisen gesteckt und mit diesem herumgedreht zur Wirkung gebracht werden. Aus diesen Erwägungen ist die vorzügliche Anordnung der Kluppe Fig. 416 F mit festen Backen hervorgegangen. Der feste Backen b besteht aus einer dicken runden Stahlplatte, welche in der Mitte das Muttergewinde besitzt, dessen vier Schneidkanten dadurch gebildet sind, daß neben der mittleren Öffnung vier Löcher parallel der Achse durchgebohrt sind, welche das Gewinde an vier Stellen durchschneiden. Außerdem ist das letztere an einem Ausgange konisch erweitert, so daß der in

Fig. 414 C, S. 441 rechts gezeichnete Querschnitt entsteht. Dieser Backen liegt sodann in einem mit zwei Griffen *g g* versehenen Klemmring *s*, der durch die Schraube *t* so zusammengezogen werden kann, daß zwischen Backen und Ring eine Reibung hervorgebracht wird, welche ausreicht, die Verschiebung der Backen vollständig zu verhindern.

Besonders beachtenswert an dieser Kluppe ist außer den eben genannten Vorteilen ihre einfache, leichte Anfertigung, die Möglichkeit, die Backen schnell auszuwechseln und der Umstand, daß die Mitte des Backens im Schwerpunkte liegt. Sie bildet deshalb in kleinen Abmessungen, ausgeführt einen vortrefflichen Ersatz der Schneideisen und bürgert sich als Werkzeug zum Schneiden der kleinsten Schrauben bis 0,5 mm Durchmesser abwärts immer mehr ein, vielfach in der Anordnung, daß der Schraubbacken Schwalbenschwanzform hat und seitwärts in einen Schwalbenschwanz der Kluppe eingeschoben wird. — Wenn zwar einerseits, wie oben S. 442 erwiesen, die Verstellung der Backen auf kleinere Durchmesser das richtige Schneiden beeinträchtigt, so muß doch andererseits die Möglichkeit geboten sein, diejenigen Fehler auszugleichen, welche durch Abnutzung der Backengewinde entstehen und durch genaue Lehren (Normal-Gewindelehren) erkannt werden. Deshalb ist auch der feste Backen (Fig. 417 F) aus zwei halbrunden Scheiben gebildet, die in einer runden Dose zwischen zwei Schrauben zusammengepreßt und nach Lösung zweier Keilschrauben, welche an der Trennungsfächen eintreten, durch die Preßschrauben genähert werden. — In mehreren Fällen erhalten die Kluppen besondere Einrichtungen. — Zum Anschneiden der Schrauben auf Röhrenden (Kuppelungsschrauben), wobei es darauf ankommt, auf unregelmäßiger Oberfläche genaues Gewinde von geringer Steigerung zu erzeugen, das bei Beginn des Arbeitens die Führung der Kluppen sehr erschwert, wird den letzteren oft eine Führung dadurch gegeben<sup>1)</sup>, daß man ein verstellbares Stück in das Rohrinne einführt, oder indem man die Backen mit Führungsplatten oder Büchsen ausstattet. Dabei ist es zweckmäßig, diese Schneidzeuge mit festen Backen nach Art der in Fig. 417 F angegebenen zu versehen, welche scharnierartig geöffnet werden können, um sie nicht zurückdrehen zu brauchen. — Zum Schneiden konischer Schrauben (z. B. Holzschrauben), wobei es erforderlich ist, daß die Backen sich selbsttätig, der Kegelgestalt entsprechend, voneinander entfernen, wird zu dem Zwecke der eine Backen gegen eine starke Feder gelegt, deren Spannung ausreicht, die Backen zum Angriffe zu bringen und nachgiebig genug ist, das Entfernen der Backen zuzulassen<sup>2)</sup>. — Da es mit einer gewöhnlichen Kluppe sehr schwierig ist, flache Gewinde zu erzeugen, so sind auch Einrichtungen erdacht, wodurch dies ermöglicht oder erleichtert wird. Eine zweckmäßige, darauf hienzielende Konstruktion besteht darin, daß man den Backen statt einer großen Zahl Schneiden, die zugleich die Ausläufer der Führungsgänge sind, nur einen oder zwei Schneidzähne gibt, welche dann ganz unabhängig von den Backen sind, d. h. sich verstellen lassen, ohne eine Mitbewegung der Backen zu fordern. Die Schneidzähne stecken nämlich in den Backen verschiebbar, so daß sie, nachdem ein Schnitt erfolgt ist, etwas vorgestellt werden können, was so lange wiederholt wird, bis die Schraube fertig ist. Die Backen besitzen dann nur ein seichtes, fast aus Linien bestehendes Gewinde, das allein den Zweck hat, die Kluppe zu führen<sup>3)</sup>. Auch zur Erzeugung sehr genauer Schrauben ist diese Konstruktion empfohlen<sup>4)</sup>.

1) Dingers Journ. 222, 533; 228, 309; 240, 261. — 2) Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1841, S. 239. — 3) Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1836, S. 254. — Dingers Journ. 66, S. 182. — 4) Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1842, S. 253.

Zu den Kluppen mit festen Führungsbacken und eingeschobenen verstellbaren Zähnen (Geißfüßen) gehören auch die zum Schneiden der hölzernen Schrauben dienen den Schneidzeuge oder Kluppen (Filière à bois, *Screw box*, *Devil*<sup>1)</sup>. Dieselben bestehen in der Regel (Fig. 418) aus einem mit zwei Griffen *aa* ausgestatteten Holzstücke, das in der Mitte *m* ein Gewinde enthält, welches dem zu schneidenden gleich ist und nur zur Führung dient. Auf der oberen Fläche *F* dieses Holzstückes liegen in einer Vertiefung durch, mit Muttern *i* angezogene Haken *h* gehalten, zwei Geißfüße, welche mit der stumpfen Kante zum Angriffe kommen und in Größe und Lage mit dem inneren Gewinde der Kluppe korrespondieren. Die abgehobenen Späne schieben sich an den Geißfüßen entlang bei *o* aus der Kluppe heraus. Um dem Hohlzylinder gleich von Anfang an eine zentrische Lage zu sichern, liegt auf der Kluppe *F* noch eine durch die beiden Schrauben *dd* gehaltene Platte *DD* (Deckplatte), welche in der Mitte eine runde Öffnung hat, deren Durchmesser gleich ist dem äußeren Spindeldurchmesser. Damit bei den hölzernen Schrauben eine Abplattung der Gänge entsteht, ist der zur Schraube bestimmte Hohlzylinder um so viel dünner als dieser Abplattung entspricht, also auch das Loch in der Deckplatte um so viel an Durchmesser kleiner. — Bei kleinen Schrauben ist ein Geißfuß imstande, das Gewinde auf einmal herauszuschneiden. Bei größeren Schrauben sind jedoch zwei Geißfüße erforderlich, die in der Kluppe diametral gegenüber liegen und zwar in verschiedenem Abstände von der Mitte. Der erste Geißfuß scheidet dann nur etwa zur halben Gangtiefe ein, während der zweite das Gewinde vollendet. Der zwischen den beiden Schneiden liegende, halbe hohe Gang der Führungsmutter muß selbstredend auch etwa zur Hälfte weggenommen sein, weil sonst das fertige Schraubenstück

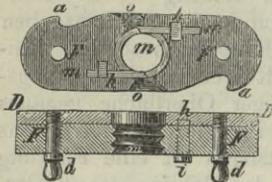


Fig. 418.

nicht in denselben eintreten kann. — Soll das Gewinde bis an den Kopf der Schraube ausgeschnitten werden, so ist am Schlusse der Arbeit die Deckplatte zu beseitigen, was am leichtesten von statten geht, wenn man sie in zwei Hälften zerschneidet, die seitwärts abgezogen werden können. — Aus Eisen angefertigte Kluppen zum Schneiden hölzerner Schrauben sind wenig in Gebrauch gekommen.

Zum Schneiden der Muttern mit der Hand bedient man sich ausschließlich der S. 446 beschriebenen Schneidbohrer (Mutterbohrer). Dieselben werden wenn sie klein sind, mit dem Feilkloben oder einen kleinem Hefte, wenn sie groß sind, mit einem Wendeisen in die Mutter eingedreht, die gewöhnlich in einen Schraubstock eingespannt wird. Das Wendeisen (*Tourne à gauche*, *Tap wrench*) ist eine zur Aufnahme des Bohrerhalses mit viereckigen Löchern versehene Platte oder Kugel, an der seitwärts, wie an der Kluppe, zwei Stiele sitzen, die der Arbeiter herumführt. — Zum Schneiden hölzerner Muttern benutzt man dahingegen oft ein hölzernes Querheft, das auf den Gewindbohrer gesteckt wird. Da es lästig und umständlich ist, für jeden Bohrer ein besonderes Wendeisen oder in einem Wendeisen verschiedene Löcher zu haben, so sind die sogenannten Universalwendeisen sehr empfehlenswert. Dieselben besitzen in einer dicken Platte ein quer durchgehendes quadratisches Loch und, in der Längenrichtung durch eine am Handgriffe sitzende Schraube zu dem Loche diagonal verschiebbar, eine Platte mit einem rechtwinkligen Einschnitt, der zu dem erwählten Loche so liegt, daß durch Verschieben dieser Platte das Loch quadratisch bleibt, aber sich verkleinert.

<sup>1)</sup> Wertheim, Werkzeugkunde, Taf. 39.

**2. Schraubenschneiden auf der Drehbank<sup>1)</sup>.** Da die Drehbank eine höchst passende Gelegenheit darbietet, eine genaue zentrische Drehbewegung hervorzubringen, so ist sie vorzüglich zum Schraubenschneiden zu verwenden, entweder in der Weise, daß sie nur den zur Schraube bestimmten Zylinder dreht, während das Schneidzeug die Schaltbewegung erhält, oder indem sie die Spindel mit dem Arbeitsstücke dreht und in der Längenrichtung verschiebt, während das Schneidzeug feststeht. Beide Anordnungen stehen gleich häufig in Gebrauch.

Zu der ersten gehört unter anderem auch der Gebrauch des Schneideisens und der Kluppe auf der Drehbank, wobei man das Arbeitsstück mit der Spindel drehen und die Kluppe oder das Schneideisen längs desselben herlaufen läßt und natürlich an der Drehung verhindert.

Mit einem Spitzstahl oder Geißfuß S. 245, dessen Spitze von dem Schraubengangwinkel gebildet ist, wird auf einem umlaufenden Zylinder ein vertiefter Schraubengang erzeugt, wenn der Stahl während einer Umdrehung der Spindel eine Längsverschiebung ausführt, welche gleich ist der Ganghöhe  $h$  der Schraube. Soll diese Bewegung des Stahles aus freier Hand vorgenommen werden, so kann nur eine große Geschicklichkeit des Drehers eine brauchbare Schraube erzeugen, da die Führung ganz allein von der Handbewegung abhängt. Aus diesem Grunde wird daher stets eine Anordnung getroffen, welche eine gewisse Sicherheit in der Führung des Stahles hervorbringt und zwar lediglich nach den oben näher erörterten Grundsätzen, indem man entweder durch die bereits entstandenen Gänge auf dem Arbeitsstücke oder durch eine besondere Schraube eine zwangsläufige Bewegung erzielt. Zur Benutzung der bereits gebildeten Gänge konstruiert man das Werkzeug wieder aus einem Mutterausschnitte, welcher des bequemen Haltens wegen mit einer gehörigen Handhabe versehen und in dieser Anordnung Schraubstahl, (Strähler, Peigne, *Screw-tool*, *Comb-screwing tool*) genannt wird. In Fig. 419 ist ein solcher

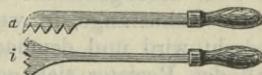


Fig. 419.

Schraubstahl dargestellt, der speziell als  $i$  zur Erzeugung einer Schraubenspindel auswendiger Schraubstahl (Peigne mâle, *Outside screw-tool*) heißt und der mit einem inwendigen Schraubstahle (Peigne femelle, *Inside screw-tool*, Fig. 419a) von gleicher Zahnung zusammengehört, welcher zum Schneiden der zugehörigen Mutter dient. Sobald dann der Arbeiter mit dem ersten Zahn in der Reihe nach vorgeschriebener Schraubenlinie einen Gang eingeschnitten hat, tritt der zweite Zahn in diesen Gang ein, sodann der dritte usf., wodurch die Führung gesichert ist. So ist man imstande, mit diesem einfachen Werkzeuge bei einiger Übung gute Schrauben zu schneiden, und benutzt daher diese Methode sehr oft, namentlich zur Erzeugung kurzer Schrauben an hohlen dünnwandigen Körpern von großen Durchmesser, die ein feines Gewinde erhalten müssen (Erweiterte Schrauben) an Röhren (zu Fernröhren, Mikroskopen etc.), an Hähnen, an Verschlussstücken (zum Anschrauben von Kapseln) usw.

Eine noch größere Sicherheit in der Führung entsteht jedoch, wenn man den Schraubstahl vollständig festhält (auf der Auflage oder im Supporte) und dem Arbeitsstücke neben der Umdrehung eine entsprechende Längenschiebung erteilt. Das gewöhnliche Mittel dazu ist die Patrone (Schraubenpatrone-Pas de vis, *Screw-guide*). Hierunter versteht man ein kurzes, hohles Schrauben-

<sup>1)</sup> Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 197; 1870, S. 157 u. 246; 1872, S. 62; 1873, S. 11; u. 252; 1884, S. 40, 185. — Dinglers Journ. 226, 136; 246, 455; 259, 298, 251; 260, 200g. 261, 10; 279, 202; 283, 143; 288, 35; 294, 59.

stück, welches auf das hintere Ende der Drehbankspindel gesteckt und dort festgehalten wird, genau mit der Zahnung des Schraubstahls übereinstimmt und etwa 8 bis 16 Gewindgänge enthält. Läßt man diese Patrone sodann in ein

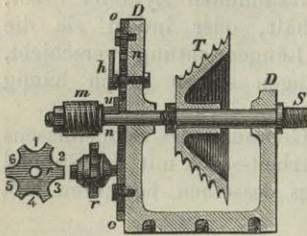


Fig. 420.

Muttergewinde eintreten, das fest liegt (Register, Clef), so schraubt sich durch die Umdrehung die Spindel mit dem Arbeitsstücke in der Längsrichtung um das richtige Maß fort, vorausgesetzt, daß die Drehbankspindel in langen zylindrischen Lagern liegt und das Arbeitsstück nicht auf Spitzen läuft, sondern eingefuttert ist. Als Register wird oft ein schlank keilförmiges Holzstück benutzt, das unter die Patrone geschoben wird und in das die letztere sich einschneidet. Da hierbei die Spindel nach oben gepreßt wird und einen schädlichen

Einfluß auf die Lagerung ausübt und da außerdem die hölzernen Register leicht ungenau werden, so ist es ratsamer, Register aus Metall anzuwenden. Dann konstruiert man den ganzen Apparat in sehr empfehlenswerter Weise so, wie nebenstehende Fig. 420 zeigt<sup>1)</sup>. Die Spindel S läuft mit zwei langen zylindrischen Zapfen in den Docken DD, umgetrieben von der Schnurscheibe T. Auf dem hinteren Ende sitzt die Patrone m durch eine Mutter fest gegen den Bund n gepreßt, und durch Nut und Keil festgehalten. Die als Register dienenden Gewindgänge (1, 4, . . . 6) sind in die Peripherie einer um die Mitte drehbaren Scheibe r (Stern) eingeschnitten, die in der Regel eine größere Zahl (6—8) solcher Mutterabschnitte mit verschiedenem Gewinde enthält, wovon zu dem jedesmaligen Gebrauch das betreffende Gewinde nach oben gekehrt wird. Der Stern sitzt an einer, an der Seite der Docke liegenden, verschiebbaren Platte oo, welche mit einem langen Loche um die Spindel gelegt ist und an zwei durchgehenden Klötzchen geführt wird. Bei n enthält die Platte eine kleine Zahnstange, in welche ein Trieb eingreift, das durch den Handhebel h gedreht wird und demnach die Platte oo mit dem Sterne hebt und senkt, so daß das Register sich gegen die Patrone legt oder sich davon ablöst, wodurch also eine Fortschraubung der Spindel S herbeigeführt oder aufgehoben wird. Oberhalb der Spindel sitzt an der Platte oo noch ein halbrunder Sattel u, der sich also mit ihr hebt und senkt. Beim Niederlassen des Sternes legt sich dieser Sattel auf die Spindel gegen den Bund n und hebt die Längsbeweglichkeit der Spindel auf. Beim Aufsteigen hebt er sich von der Spindel so weit ab, daß sich die Patrone ungehindert mit der Spindel darunter her bewegen kann. Statt dieser Anordnung sind noch manche andere vorhanden<sup>2)</sup>. Da sie jedoch keine Vorzüge haben, so können sie hier übergangen werden.

Daß man beim Gebrauch dieser Drehbank der Spindel eine abwechselnde Drehrichtung erteilen muß, um den Schraubstahl immer von neuem zum Angriffe zu bringen, und daß die Drehbank, welche mit Patronen ausgestattet ist, ohne weiteres als gewöhnliche Drehbank benutzt werden kann, bedarf nur der Andeutung.

Die vollkommenste Einrichtung der Drehbank entsteht übrigens, wenn das Arbeitsstück in Drehbewegung versetzt wird und der Stahl von dieser Drehbewegung aus, also von ihr abhängig, eine Längsverschiebung erhält. Da diese Einrichtung aber vollständig in den Support-Leitschrauben-Drehbänken vorhanden ist, so dienen diese in vorteilhafter Weise auch zum Schneiden namentlich langer Schrauben, wie sie als Leitschrauben für die verschiedenen Werk-

<sup>1)</sup> Mitt. des Hann. Gew.-Ver. 1866, S. 149. — <sup>2)</sup> Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 112.

zeugmaschinen und Teile derselben so häufig hergestellt werden müssen. Es handelt sich dabei ausschließlich nur um das Bewegungsverhältnis zwischen Arbeitsstück und Support oder Drehbankspindel und Leitschraube. Ist nämlich  $s$  die Steigung der zu erzeugenden Schraube und  $s_1$  die Steigung der Leitschraube, so wird im allgemeinen stattfinden

$$\frac{s}{s_1} = n \text{ oder } s = n s_1$$

wo  $n$  sowohl eine Ganzzahl als ein Bruch sein kann. Um nun die Steigung  $s_1$  zu erzeugen, muß die Leitschraube so viel Umdrehungen während einer Umdrehung des Arbeitsstückes machen, als der reziproke Wert von  $n$  angibt. Ist beispielsweise  $s_1 = 15$  mm und es soll eine Schraube von 3 mm Steigung  $s$  geschnitten werden, so ist  $n = \frac{1}{5}$ . Mithin hat sich das Arbeitsstück fünfmal zu drehen, während die Leitschraube eine Umdrehung macht, so daß eine Übersetzung 5:1 stattfinden muß. Hätte die zu schneidende Schraube jedoch 25 mm Steigung, so wäre  $n = \frac{5}{3}$ , also eine Übersetzung 3:5 erforderlich.

Bei einem bestimmten Schraubensysteme, d. h. einem bestimmten Verhältnisse zwischen Ganghöhe  $s$  und Durchmesser  $d$  kann man aber  $s$  im Durchmesser ausdrücken, also auch leicht die Beziehung feststellen, welche zwischen  $d$  und  $s_1$  vorhanden ist. Nimmt man z. B. bei einer flachgängigen Schraube (S. 432) an  $s = \frac{d}{5}$ , wonach  $d = 5 s$  ist, so ist nach der Formel

$$\begin{aligned} s &= s_1 n \\ \frac{d}{5} &= s_1 n \\ n &= \frac{d}{5 s_1} \end{aligned}$$

Ist nun wieder z. B.  $s_1 = 15$ , so findet statt

$$n = \frac{d}{5 \cdot 15} = \frac{d}{75}$$

Soll daher eine flachgängige Schraube vom Durchmesser  $d = 30$  mm geschnitten werden auf einer Drehbank, deren Leitschraube die Steigung  $s_1 = 15$  mm besitzt, so ist die Übersetzung zu nehmen 5:2.

Hiernach werden nun die Wechselrädertabellen<sup>1)</sup> für die Drehbänke berechnet, wovon die folgende als Beispiel dienen mag:

Nummer des Gewindes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Schraubendurchmesser in Zoll	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
Zahl der Gänge auf 1 Zoll	20	18	16	14	12	11	10	9	8	7	7
Zähne- ) Rad an der Spindel	28	40	20	40	22	24	18	20	33	20	20
Zahl ) Rad an der Leitschraube	70	90	40	70	132	132	90	90	132	70	70
Nummer des Gewindes	12	13	14	15	16	19	18	19	20	21	22
Schraubendurchmesser in Zoll	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{4}$
Zahl der Gänge auf ein Zoll	6	6	5	5	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	4	4	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$
Zähne- ) Rad der Spindel	44	44	28	28	40	40	20	20	40	40	32
Zahl ) Rad an der Leitschraube	132	132	70	70	90	90	40	40	70	70	52
Nummer des Gewindes	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Schraubendurchmesser in Zoll	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	4	$4\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{3}{4}$	5	$5\frac{1}{4}$	$5\frac{1}{2}$	$5\frac{3}{4}$	6
Zahl der Gänge auf 1 Zoll	$3\frac{1}{4}$	3	3	$2\frac{7}{8}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$
Zähne- ) Rad an der Spindel	32	28	28	32	32	32	32	32	32	32	32
Zahl ) Rad an der Leitschraube	52	42	42	46	46	44	44	42	42	40	40

1) Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 6; 1873, S. 5.

Die Genauigkeit der auf der Leitspindel-Drehbank erzeugten Massivschraube oder Mutter hängt wesentlich ab von der Genauigkeit der Leitschraubenteilung und deren Zusammenpassen mit der Supportmutter, bei dem der tote Gang möglichst beseitigt werden muß, z. B. dadurch, daß die Mutter aufgeschnitten und federnd gegen die Schraube gelegt wird.

Um die Handhabung des Supportes beim Schraubenschneiden auf der Drehbank zu vereinfachen, ist dem Supporte eine Einrichtung gegeben<sup>1)</sup>, welche es ermöglicht, mit einem einzigen Handgriffe sämtliche erforderliche Bewegungen auszuführen. Dieselbe geht aus der Durchchnittsfigur 421 hervor. Man erkennt in G die Wangen der Drehbank, in S den Support mit dem Oberschlitten D zur Aufnahme des Werkzeugträgers mit Drehbewegung nach Fig. 390, S. 388, und verschiebbar auf S vermittelst der Supporttschraube d. Die Leitspindel

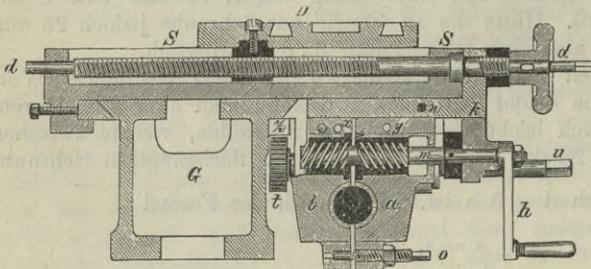


Fig. 421.

wird von den zwei mit Muttergewinde ausgestatteten Backen a, b umfaßt, welche am Supporte hängen und durch eine mit Links- und Rechtsgewinde versehene Schraube m von dem Handhebel h aus geöffnet und geschlossen werden, um die Verbindung mit der Leitspindel aufzuheben oder herzustellen.

Zwischen der Leitmutter und dem Schieber S liegt ein Zwischenschieber k, der mit dem nach oben gerichteten Teile die Supportspindel d so aufnimmt, daß sie die Bewegungen von k mitmacht, ohne an der Drehung verhindert zu sein. Wird nun einer der beiden Backen a oder b mit k verbunden, so muß k und somit D d. h. der Drehstahl die Bewegung von a oder b mitmachen. Diese Kuppelung erfolgt durch Einstecken eines Stiftes beim Spindelschneiden in das Loch y, beim Mutterschneiden in das Loch x, welche Löcher mit entsprechend in k gebohrten Löchern korrespondieren. Der Erfolg besteht nun darin, daß beim Öffnen und Schließen der Leitmutter a b auch gleichzeitig der Drehstahl abgehoben oder angesetzt wird. — Für den gewöhnlichen Gebrauch der Drehbank steckt man den Stift in das Loch n, wodurch der Support mit dem Stücke k fest verbunden wird. — Nach Abheben der Leitmutter a b von der Leitspindel läßt sich dann der Support, vermittelst des auf die Welle u gesteckten Triebes t, an der Zahnstange z schnell an den Bewegungsanfangspunkt zurückzuführen. Die Justierschraube o regelt die Bewegung der Backen a b und somit die Gangtiefe.

Da die Leitschraubenteilung mitunter zu wünschen übrig läßt, so sind auch andere Vorrichtungen zur Bewegung des Supportes in Vorschlag gebracht<sup>2)</sup>. — Um Schrauben von bestimmter Länge zu schneiden, hat man Ausrückvorrichtungen ausgedacht, welche den Schneidstahl an dem Ende der Schraube nicht nur von der Spindel abheben, sondern auch die Support-Rückwärtsbewegung selbsttätig veranlassen<sup>3)</sup>.

1) Prakt. Masch.-Konstr. 1886, S. 384. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1886, S. 562. —

2) Deutsch. Ind.-Zeit. 1869, S. 252. — Polyt. Centr. 1869, S. 717. — 3) Polyt. Centr. 1873, S. 351.

**3. Schraubenschneiden auf besonderen Maschinen.** (Schraubenschneidmaschinen, Gewindschneidmaschinen, Machine à tailler les vis, M. à fileter, *Screw cutting engine*<sup>1)</sup>. Streng genommen bildet die zum Schraubenschneiden mit Leitschraube ausgestattete Drehbank eine vollständige und höchst vollkommene Schraubenschneidmaschine. Da sie aber auch zu anderen Arbeiten Verwendung findet, so mögen allein die ausschließlich zum Schraubenschneiden konstruierten Maschinen für die fabrikmäßige Anfertigung der kleinen Uhrmacherschrauben bis hinauf zu den großen Schraubenbolzen die erwähnte Bezeichnung bekommen. Der Verschiedenheit des in diesen Maschinen tätigen Werkzeuges wegen muß man auch wieder die Spindelschneidmaschine von der Mutterschneidmaschine unterscheiden, da bei der ersten Schneidbacken, bei der zweiten Schneidbohrer zur Wirkung gebracht werden. — Gewöhnlich ist jedoch dabei die Anordnung getroffen, eine und dieselbe Maschine für beide Zwecke benutzen zu können.

Im allgemeinen haben die Schraubenschneidmaschinen eine große Verwandtschaft mit der Drehbank zum Schraubenschneiden. Der Hauptunterschied liegt darin, daß die ersteren, mit Backen oder Bohrern ausgestattet, vollständig die Handarbeit nachahmen, während auf den letzteren durchgehends mit Schraubstählen gearbeitet wird. Je nach der Art, wie die Arbeits- und Schaltbewegung verteilt ist, kann den Konstruktionen eine der folgenden vier Anordnungen zugrunde liegen:

- a) Das Arbeitsstück (Spindel oder Mutter) dreht und verschiebt sich, das Werkzeug (Schneidbacken oder Schneidbohrer) steht still.
- b) Das Arbeitsstück steht still, das Werkzeug dreht und verschiebt sich.
- c) Das Arbeitsstück dreht sich, das Werkzeug verschiebt sich.
- d) Das Arbeitsstück verschiebt sich, das Werkzeug dreht sich.

Im ersten Fall ist die Ausführung gewöhnlich folgende: Auf einem kurzen Drehbankgestelle liegt in den Spindeldocken zur Aufnahme des zu schneidenden Bolzens eine hohle Spindel, die nicht nur drehbar, sondern auch um die Länge der zu schneidenden Schraube in Lagern verschiebbar ist. Auf dieser Hohlspindel sitzt bei großen Maschinen ein Zahnrad, welches durch ein Trieb- und Riemenvorgelege gedreht wird und die in diesem Rade verschiebbare Spindel durch Nut und Feder mitnimmt; bei kleineren Maschinen sind direkt auf der Spindel Stufenscheiben zum Antriebe angebracht. Das vordere Spindelende trägt einen Zentrierkopf zur Aufnahme des Arbeitsstückes. Vor diesem Zentrierkopf befindet sich auf demselben Gestelle statt des Reitstockes ein Rahmen zum Einspannen des Werkzeuges. Sollen nun mit dieser Maschine Massivschrauben geschnitten werden, so wird eine dazu vorbereitete Metallstange von rückwärts durch die Spindel gesteckt, im Zentrierkopf befestigt und gegen die in dem Rahmen sitzenden Schneidbacken gerückt. Während die Spindel dann Umdrehung erhält, schraubt sich das Arbeitsstück in die Backen ein und erhält die Gänge. Zum Schneiden einer Mutter wird die letztere in den Zentrier-

<sup>1)</sup> Hart, Werkzeugm. S. 322. — Hütte, 1860, Taf. 14; 1867, Taf. 10. — Skizzenb., 1869, Heft 65, Taf. 5; 1873, Heft 86, Taf. 6. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1864, S. 219; 1869, S. 407; 1883, S. 204; 1892, S. 637, 1462; 1893, S. 1237; 1900, S. 1752; 1903, S. 416. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 3, S. 37; Bd. 5, S. 77; Bd. 10, S. 321, 471; Bd. 17, S. 383; Bd. 20, S. 73; Bd. 21, S. 81; Bd. 30, S. 11. — Prakt. Masch.-Konstr. 1868, S. 189, 236; 1870, S. 97, 247; 1872, S. 132; 1873, S. 35; 1875, S. 39; 1876, S. 276; 1878, S. 62, 89, 172; 1892, S. 242. — Dingers Journ. 155, 82, 213; 167, 9; 193, 116; 197, 6; 205, 302; 212, 445; 213, 44, 57; 218, 20; 221, 286; 225, 42; 228, 21; 243, 294; 246, 455; 248, 155; 249, 248; 259, 63; 267, 501; 268, 528; 273, 168, 255; 283, 155; 284, 79. — Zeitschr. f. Werkz. 1897, S. 344; 1899, S. 90; 1901, S. 288.

kopf gebracht und der Bohrer in dem Rahmen festgehalten, so daß sich die Mutter über den Bohrer schiebt.

Der zweite Fall ist genau das Umgekehrte des ersten, indem die Schneidbacken oder der Schneidbohrer in den Zentriertopf, der zur Schraube bestimmte Bolzen oder die Mutter in den Rahmen eingespannt wird.

Im dritten Fall wird das Arbeitsstück mit der Drehspindel verbunden und das Werkzeug mit dem Rahmen, der sich nunmehr verschiebt. In der Regel wird zu dem Zwecke das Bett aus parallelen, horizontalen Führungsstangen gebildet, zwischen denen der Rahmen geführt wird, der dann entweder Schneidbacken oder Schneidbohrer aufnimmt.

Der vierte Fall ist desgleichen eine Umkehrung des dritten und erledigt sich auch unmittelbar dadurch, daß man das Werkzeug mit der Drehspindel und das Arbeitsstück mit dem verschiebbaren Rahmen verbindet.

Diese vier Systeme gestatten noch insofern eine andere Ausführung, als man eine und dieselbe Maschine nach einem Systeme zum Schneiden der Schraubenspindeln und nach einem anderen zum Schneiden der Muttern verwendet. — So ist z. B. eine Anordnung beliebt, wobei zum Schneiden der Massivschraube die Kluppe, aber zum Schneiden der Mutter diese, und nicht der Bohrer, in dem Rahmen sich befindet.

Die ältere Ausstattung dieser Schraubenschneidmaschinen mit gewöhnlichen zwei- oder dreibackigen Kluppen verlangt eine mehrmalige Wiederholung des Schneidens, weil die Kluppe das Gewinde nicht auf einmal fertigschneidet, sondern mehrmals angreift, also nachgestellt werden muß. Daher sind hierbei Umsteuerungsvorrichtungen anzubringen, welche abwechselnd eine Vor- und Rückwärtsbewegung der Drehspindel erzeugen und gewöhnlich selbsttätig durch einen offenen und einen gekreuzten Riemen wirken. Infolgedessen wird die Schraubenfabrikation langwierig und teuer. — In neuerer Zeit statet man daher die Schraubenschneidmaschine so aus, daß die Schraube oder Mutter in einem Durchgange fertig wird, wodurch das Hin- und Herbewegen der Spindel überflüssig und eine Drehrichtung beibehalten wird. Weil dann natürlich auch das Herausdrehen der fertigen Schraube aus der Kluppe oder des Bohrers aus der Mutter wegfällt, so erhalten auch diese Werkzeuge zu solchem Zwecke besondere Einrichtungen. Entweder wird die Kluppe auf dem Gestelle gleitend angebracht und nach dem Prinzip der Scharnierkluppe (S. 448) aus zwei Stücken gebildet, welche sich schnell einander nähern oder voneinander entfernen lassen, gewöhnlich dadurch, daß man sie parallelschraubstockartig anordnet und mit einer zur einen Hälfte linken und zur anderen Hälfte rechten Schraube bewegt. Oder es wird eine dreibackige Kluppe mit dem Kopf der Drehspindel verbunden und die Bewegung der Backen durch exzentrische Nuten, ähnlich wie bei der S. 448 angegebenen Kluppe, hervorgebracht. Um beim Mutterschneiden das Zurückdrehen des Bohrers überflüssig zu machen, wird der letztere so eingerichtet, daß er ganz durch die Mutter hindurchgehen und am anderen Ende herausgenommen werden kann. — Zur Vermeidung des Abbrechens der Gewindebohrer schaltet man sehr zweckmäßig zwischen Spindel und Bohrer eine unter Federdruck stehende Kuppelung von der Fig. 60, S. 66 beschriebenen Einrichtung ein, so daß der Bohrer bei einem bestimmten Widerstande stillsteht.

Zur weiteren Erklärung des oben Angegebenen mag hier zunächst mit Hilfe der Zeichnung Fig. 422, die Beschreibung der vorbildlichen Schraubenschneidmaschinen (System Sellers) mit Drehung des Werkzeuges folgen. Die Arbeitsspindel S trägt am Kopf K die drei Schneidbacken A, welche, wie aus

der Figur zu erkennen ist, in einer Kapsel liegen, deren Deckel *d* mit exzentrisch angebrachten Rippen versehen ist, welche in entsprechende Einschnitte der Backen greifen und diese nicht nur festhalten, sondern auch durch relative Drehung gegen den Boden *c* der Kapsel radial verschieben, während die Backen in radialen Nuten dieser Kapsel geführt werden. Der Antrieb der Hohlspindel erfolgt vermittelt des Riemenvorgeleges *N*, welches die Welle *M* in Drehung setzt, die nun durch das Trieb *a* auf das Zahnrad *P* übertragen wird. Dieses Zahnrad *P* sitzt lose auf der Hohlspindel *S*, ist aber durch die Schrauben *u*, *u* mit dem Mitnehmer *R* gekuppelt, der auf der Spindel *S* festgekeilt ist. Zur selbständigen Ein- und Ausrückung der Schneidbacken, also zur Erzeugung der Relativbewegung zwischen dem Kapseldeckel *d* und dem Kapselboden *e*, dient nun folgende Einrichtung. Um die Hohlspindel drehbar liegt das Rohr *o*, am vorderen Ende *K* mit der Deckelplatte *d* fest verbunden. Dasselbe trägt bei *T*

ein Zahnrad, welches durch ein Stück *r* des Rades *P*, das zwischen die Speichen greift, mitgenommen wird. In diesem Zustande drehen sich sämtliche Teile regelmäßig mit, und das Schneiden des eingeschobenen Bolzens erfolgt. Auf der Welle *M* ist lose ein Zahnrad *z* angebracht, welches durch den Hebel *H* und Reibungskegel mit dem Triebrade *a* gekuppelt wird. Nach dieser Einkuppelung entsteht zwischen dem Rade *P* und *T* eine

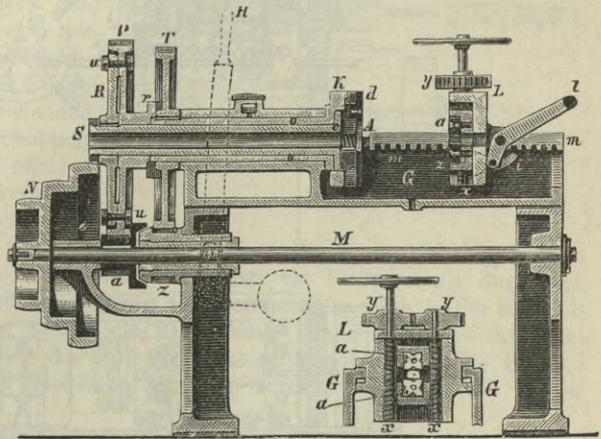


Fig. 422.

Relativbewegung, da die Radien der beiden Triebe also auch der beiden Zahnräder *P* und *R* verschieden sind. Die Folge davon ist eine Verdrehung des Kapselbodens *c* gegen den Deckel *d* und ein Öffnen der Backen *A*. Das Schließen erfolgt sodann einfach durch entgegengesetzte Bewegung des Hebels *H*, wodurch das Trieb gegen den Rand des Gestelles gedrückt und somit sich mitzudrehen verhindert wird. — Der Bolzen, der geschnitten werden soll, steckt in einem Supporte *L*, der auf den Rändern des Gestelles ruht, aber während des Schneidens von dem gebildeten Gewinde sich selbsttätig verschiebt. Zum Festklemmen des Bolzens dienen ausgekerbte Klötze *a*, welche mit halben Gewinden an zwei Schrauben *x* mit rechtem und linkem Gewinde hängen, durch zwei Zahnradchen *y* miteinander gekuppelt sind und durch ein Handrad gedreht werden. Um beim ersten Angriffe den Bolzen kräftig gegen die Kluppe drücken zu können, ist ein Schubhebel *l* angebracht, dessen Zahn *i* in die Zähne der Stange *m* einfällt, so daß bei der Aufwärtsbewegung dieses Hebels der Bolzen vorgedrückt wird. Beim Mutterschneiden werden die Schneidbacken *A* aus der Kapsel herausgenommen und statt ihrer eine Büchse eingesteckt, welche den Bohrer aufnimmt und die mitgenommen wird von einem Keil, der die Gestalt eines Schneidbackens hat, auch ebenso in die Kapsel eingelegt wird und in eine Nut der genannten Büchse eintritt. Die Mutter wird dann in den Supporte *L* eingeklemmt. — An neueren Einrichtungen erfolgt das Öffnen und Schließen

der Backen vielfach durch Spiralnuten nach Art der in Fig. 386 E S. 383 dargestellten Futter.

Eine mustergültige neuere Gewindefschneidmaschine (Hasenclever) ist durch die Figuren 423 und 424 im Aufriß und Grundriß vor Augen geführt. Auf dem Ende einer durch Zahnradübersetzung von der Stufenscheibe S in Umdrehung versetzten Spindel befindet sich der Kopf h mit den Schneidbacken, der stetig in einer Richtung gedreht wird. Die Schneidbacken sitzen im Innern des Kopfes an den Enden von Schwinghebeln, die mit den anderen Enden auf einem Kegel rollen und durch Verschiebung dieses Kegels das Schließen und Öffnen der Backen vornehmen. Zur Aufnahme des Arbeitsstückes, z. B. eines Bolzens, dienen die Klemmbacken a, welche mittelst des Handrades b und eines

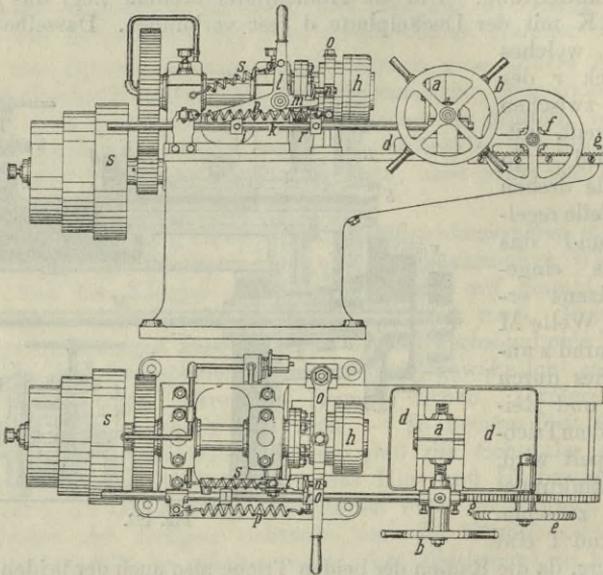


Fig. 423 und 424.

Links-Rechtsgewindes geschlossen oder geöffnet werden. Diese Klemmbacken a befinden sich auf einem Schlitten d d, der auf ebenen Führungen des Bettes durch Handrad e, Zahnrad f und Zahnstange g hin- und herzuschieben ist. Schiebt man diesen Schlitten nun vor, bis der Bolzen von den Backen h gefaßt wird, so erfolgt unter gleichzeitigem Nachziehen des Bolzens nebst Schlitten d das Einschneiden des Gewindes. Ist das Gewinde auf die gewünschte Länge geschnitten, so öffnen sich die Schneidbacken und geben den Bolzen frei. Hierzu dient die Stange k, welche mit dem Schlitten d fest verbunden ist, sich daher mit demselben bewegt und mit dem Anschlag i auf den dreiarmigen Hebel l einwirkt, so daß ein Anschlag m dieses Hebels den Schraubenstift n und damit den horizontalen Hebel o o auslöst. Der Hebel o o und somit die Schieberhülse des Schneidkopfes h wird dann durch die Feder p angezogen, damit das Öffnen der Schneidbacken durch die Verschiebung der oben genannten Kegel hervorgerufen und der geschnittene Bolzen frei gegeben. Indem darauf der Schlitten d d mittelst e f g die Rückwärtsbewegung erhält, nimmt der Anschlag r der Stange k den Hebel o o mit und schließt wieder die Schneidbacken, während die Feder s den Hebel l zurück zieht, der An-

schlag m den Schraubenstift n und den Hebel o o festlegt. Nach Auswechseln des Bolzens wiederholt sich der Vorgang, so daß diese Gewindeschneidmaschine sich besonders zur Massenerzeugung von Schrauben eignet. Um stärkere Gewinde in mehreren Schnitten machen zu können, ist der Anschlag m mit drei treppenartigen Absätzen versehen und dementsprechend die Lage der Schieberhülse des Schneidkopfes h, sowie die Öffnung der Schneidbacken verschieden.

Als Beispiel einer Gewindeschneidmaschine mit Vor- und Rückdrehung des schneidenden Werkzeuges mag die in Fig. 425 gezeichnete dienen. Die Spindel erhält am Kopfe d ein zentrisch spannendes Futter zur Aufnahme des Schraubenbohrers, und der Reitstock auf dem Prisma p einen mit dem Hebel h in Verbindung stehenden Schieber zum Festhalten der zu schneidenden Mutter. Die Umdrehung der Spindel erfolgt durch den Doppelreibkegel c, der mit der Spindel durch den Mitnehmer e verbunden ist, aber mit Hilfe der in der Spindel verschiebbaren Stange s mit einer der beiden um die Spindel sich drehenden Riemenscheiben a oder b gekuppelt werden kann. Da nun a mit offenem Riemen rechts und b mit gekreuztem Riemen links herum läuft, so bedarf es nur der Verschiebung von c, um eine dieser Bewegungsrichtungen dem Schraubenbohrer mitzuteilen. Dazu dient einerseits ein Fußtritt mit Zugstange f und Hebel l, der die Einrückung von c in a, andererseits eine in der Spindelbohrung liegende Spiralfeder, welche die Einrückung von c in b bewirkt. Bei der Mittelstellung von c wird die Spindel nicht mitgenommen. Die Feder i schiebt den Hebel h in die gezeichnete Stellung zurück, nachdem der Bohrer die Mutter gefaßt hat.

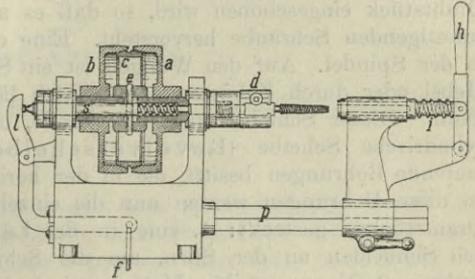


Fig. 425.

Die gewöhnliche Aufstellung der Schraubenschneidmaschine ist die erwähnte drehbankartige. Mitunter kommt jedoch eine vertikale Aufstellung vor<sup>1)</sup>. Die ganze Anordnung hat dann eine große Ähnlichkeit mit einer Säulenbohrmaschine, so daß letztere z. B. in der S. 364 beschriebenen Ausstattung unmittelbar als Schraubenschneidmaschine verwendbar ist. Um den einmal vorhandenen Betriebsmechanismus vollständig auszunutzen, ist die vertikale Maschine in der Regel mehrspindelig. Es befinden sich dann, an einer runden, aufrecht stehenden Säule gleichmäßig verteilt, mehrere (4—6) damit parallel gestellte Spindeln, welche durch ein langes, um die Säule laufendes Stirnrad in Drehbewegung versetzt und im Momente des Angriffes durch belastete Hebel niedergedrückt werden. Am unteren Ende jeder Spindel sitzt ein Kopf zur Aufnahme eines Bohrers, wenn Muttern geschnitten werden sollen, der gegen die Spindel ausgewechselt wird, wenn man Massivschrauben schneiden will. Die Mutter oder die Schneidbacken liegen auf einem runden Tische, gehörig eingeklemmt, unter den Spindeln. Dieser Tisch läßt sich mit den Spindeln noch um die Säule drehen, so daß der Arbeiter an einer Stelle stehend die ganze Maschine bedienen kann. Der Hauptvorteil dieser Aufstellung ist Raumersparnis, da die angedeutete Maschine kaum den Platz einer Schraubenschneidmaschine einnimmt, aber 4—6 solcher Maschinen vertritt. — Aus denselben Gründen, wie bei Bohr-

<sup>1)</sup> Dingers Journ. 212, 445; 308, 97. — Prakt. Masch.-Konstr. 1875, S. 39. — Ztschr. f. Werkz. 1899, S. 104.

maschinen angegeben (S. 366) sind, werden auch Gewindeschneidmaschinen in gleicher Weise transportabel und mit elektrischem Antrieb eingerichtet<sup>1)</sup>.

Zur fabrikmäßigen Anfertigung von Schrauben aus Draht und runden Stäben für die Bedürfnisse der Mechaniker, Nähmaschinen- und Gewehrfabrikanten usw. ist eine Anordnung sehr empfehlenswert, welche sämtliche Arbeiten an dem Drahte vornimmt, ohne ein Umspannen erforderlich zu machen. Die Arbeiten sind der Reihe nach: 1. das Abdrehen des Drahtes bis zur Dicke der Schraube und in der Länge des Schraubenschaftes; 2. das Anschneiden des Gewindes; 3. das Abdrehen des zylindrischen Kopfes; 4. das Abstechen von dem Drahte. Die hierbei angewendete drehbankartige Maschine<sup>2)</sup> hat wie die Schraubenschneidmaschine Fig. 422, eine hohle Spindel, durch die ein längeres Drahtstück eingeschoben wird, so daß es auf dem Kopf in der Länge der anzufertigenden Schraube hervorsteht. Eine einfache Klemme befestigt den Draht in der Spindel. Auf den Wangen ist ein Schieber angebracht, der durch einen Hebel oder durch Zahnstange mit Trieb längs der Wangen verschoben werden kann. Dieser Schieber trägt eine runde, um einen vertikalen Bolzen drehbare, zylindrische Scheibe (Revolverscheibe, S. 401), welche mehrere radial laufende Bohrungen besitzt, die in der horizontalen Spindelachsen-Ebene liegen. In diese Bohrungen werden nun die einzelnen Werkzeuge zur Bearbeitung des Drahtstückes gesteckt: 1. eine in der Längsrichtung durchbohrte Fräse mit den Schneiden an der Stirn, um die Schraubenspindel bis zum Kopf abzdrehen; 2. ein ungeteiltes Muttergewinde zum Schneiden der Schraube; 3. eine vertieft konische Fräse für versenkte Köpfe usw. Durch entsprechende Drehung des Revolverkopfes und Verschiebung dessen Trägers gegen die Drehspindel werden die betreffenden Werkzeuge in bestimmter Reihenfolge zur Wirkung gebracht und die Schraube bis aufs Abstechen von dem Draht fertig gemacht. Zum Abstechen dient dann ein kleiner Quersupport mit einem Stichel, der unmittelbar vor dem Spindelkopfe sitzt. — Vielfach verwendet man in der Massenproduktion von Massivschrauben auch Walzen nach Art der Kopfwalzen (S. 199) mit schneckenartig verlaufenden Rillen oder entsprechend geriffelten Platten<sup>3)</sup>.

In vielen Fällen ist es notwendig, die roh vorgearbeiteten Schraubenköpfe und Muttern durch gewisse Nacharbeiten zu vollenden, um ihnen genaue Formen und ein besseres Ansehen zu geben, die Köpfe kleiner Schrauben auch mit dem Schlitz für das Einsetzen des Schraubenziehers auszustatten. Für diese, früher mit der Feile ausgeführten Arbeiten dienen nunmehr Werkzeugmaschinen<sup>4)</sup>, denen das Prinzip der Stoßmaschine, der Fräsmaschine oder der Drehbank zu grunde liegt. Bei Anwendung von Stoßmaschinen und Fräsmaschinen werden durch Anbringung zweier Stoßmeißel bzw. zweier paralleler Planfräsen je zwei einander gegenüberliegende Seiten der Schraubenköpfe und Muttern gleichzeitig bearbeitet, indem die Köpfe und die auf eine Stange aufgereihten Muttern an Linealen geführt, durch den zwischen Werkzeugen vorhandenen Raum hindurchgeschoben werden. — Die Drehbank dient hauptsächlich zur Erzeugung der kugeligen Begrenzungsflächen der sechseckigen Köpfe an Muttern. — Zum Einschneiden der erwähnten Schlitz werden die Schrauben radial auf dem Umfange einer runden Scheibe durch Einstecken befestigt und durch langsame Drehung dieser Scheibe an den Schneidrädern einer Fräsmaschine vorübergeführt.

1) Ztschr. f. Werkz. 1900, S. 539. — 2) Ztschr. f. Werkz. 1902, S. 112. — 3) Publ. ind., Bd. 17, S. 328; Bd. 30, S. 10. — Dinglers Journ. 226, 136; 244, 430; 259, 63, 298. — 4) Dinglers Journ. 249, 249; 252, 501; 260, 253, 495; 273, 169; 281, 217.

## Siebenter Abschnitt.

### Formgebung durch Verbindung und Zusammenfügung.

In der Metall- und Holztechnik kommt eine zahllose Menge von Gegenständen vor, welche theils wegen ihrer Größe (z. B. Bauwerke), theils wegen ihrer verwickelten Gestaltung (Maschinen und Apparate aller Art), theils wegen der gleichzeitigen Verwendung verschiedener Materialien (Holz und Eisen, Eisen und Kupfer, Messing usw.) aus einzelnen Theilen zusammengesetzt werden müssen; andererseits gibt es eine große Anzahl von Gegenständen, deren Anfertigung aus einem Stücke große Mühe macht und bedeutende Geschicklichkeit fordert, aber schnell, sauber, leicht und billig erfolgt, wenn dieselben aus einzelnen Stücken hergestellt werden, die, miteinander verbunden, das Ganze bilden (viele Arbeiten des Kupferschmiedes, Klempners, Schlossers, Tischlers usw.); ferner fordert der Gebrauch an manchen Gegenständen die zeitweilige Entfernung einzelner Theile [um zu anderen Theilen gelangen, abgenutzte, schlechte oder sonstige Stücke gegen neue, gute oder andere auswechseln zu können (Röhren in Dampfkesseln etc., Werkzeuge an Werkzeugmaschinen usw.)], oder ein vollständiges Auseinandernehmen (zum Zwecke der Reparatur, der Reinigung etc.), also demgemäß eine lösbare Zusammensetzung. — Daher ist die Kenntnis von den Verbindungs- und Zusammenfügungsarbeiten für die Metall- und Holzverarbeitung von großer Wichtigkeit.

Die Natur dieser Verbindungen ist im allgemeinen verschieden, je nachdem es sich darum handelt, eine lösbare oder eine feste Zusammenfügung herzustellen, d. h. je nachdem eine zukünftige Trennung vorgesehen oder nicht vorgesehen wird.

Die Verbindung selbst kann dabei mit verschiedenen Mitteln herbeigeführt werden; einige Metalle (Schmiedeeisen, Stahl, Kupfer, Nickel, Platin) haben die Eigenschaft in starker Hitze unter Druck sich zu verbinden (Schweißen), von welcher Eigenschaft man, namentlich bei der Verarbeitung von Schmiedeeisen und Stahl, den ausgedehntesten Gebrauch macht. — Fast sämtliche Metalle und Metallmischungen lassen sich dadurch vereinigen, daß man zwischen den genügend erwärmten Verbindungsstellen ein Metall durch Wärme zum Fließen bringt, das gehörig anhaftet und nach dem Erkalten die Teile zusammenhält (Löten). — Metalle sowohl als Holz können ferner oft bequem dadurch verbunden werden, daß man die Verbindungsstellen mit stark adhärierenden flüssigen Mitteln bestreicht und so lange einem Drucke aussetzt, bis diese fest geworden sind (Kitten, Leimen). — Die Metalle verändern durch Erwärmung und

Abkühlung bedeutend ihre Größen, indem sie sich ausdehnen und zusammenziehen. Schiebt man daher z. B. auf einen kalten Zylinder einen heißen Ring, so wird sich der letztere, bei richtigen Abmessungen, durch die Zusammenziehung (Schwinden) festklemmen (Schwund- oder Zwängverbindungen). Hiermit verwandt ist die Verbindung durch umgelegte und angetriebene Reifen und Bänder. — Eine große Anzahl von Verbindungen, sowohl bei Metall als Holz (namentlich aber bei letzterem) wird durch eigentümliche und sehr mannigfaltige Gestaltung der verbindenden Teile hergestellt (Formverbindungen). — Endlich kann die Vereinigung zweier oder mehrerer Teile zu einem Ganzen mit Hilfe dritter Körper (Nägel, Dübel, Niete, Schrauben etc.) sowohl fest als lösbar erzeugt werden.

Die aufgezählten Verbindungsmittel und Methoden stehen sämtlich in der allgemeinsten Verwendung nicht nur einzeln für sich, sondern auch gleichzeitig zusammen sowohl bei Metall- und Holzgegenständen.

## I. Verbindung durch Schweißen (Souder, Soudure, *Welding*).

Wenn zwar außer Schmiedeeisen und Stahl auch Kupfer, Nickel und Platin schweißbar sind, so wird doch die Schweißbarkeit der letzten drei Metalle wenig benutzt, weshalb hier nur das Zusammenschweißen von Schmiedeeisen mit Schmiedeeisen oder Stahl in Betracht gezogen werden soll. — Eine vollendete Schweißung setzt die innigste Verbindung der Schweißstellen voraus, und um diese zu erhalten, ist vor allem erforderlich: 1. gehörige Erwärmung der Schweißstellen, weil nur dadurch jene Geschmeidigkeit erhalten wird, welche ein Anschmiegen aller Stellen aneinander bedingt, 2. absolute Reinheit (vollständig oxydfreie Oberfläche) derselben, und 3. rasche Behandlung zum Zwecke der Vereinigung durch Hämmern oder Pressen. — Die Festigkeit der geschweißten Stellen hängt außerdem wesentlich von der Größe und auch von der Gestalt derjenigen Flächen ab, an welchen die Schweißung stattfindet. Deshalb wird die Anhaftestelle so groß gemacht, als es die Natur des Arbeitsstückes gestattet, und so zu gestalten gesucht, daß man sicher und bequem den zur Vereinigung erforderlichen Druck auszuüben vermag. Aus diesem Grunde werden z. B. zwei Stäbe, die miteinander verbunden (Anschweißen, Aufschweißen, *Shuting together*) werden sollen, nicht stumpf gegeneinander gelegt, sondern vorher durch Abfinnen, S. 211, zungenartig abgeplattet und mit diesen Abplattungen aufeinander gelegt; oder es wird das eine Stück gabelartig aufgespalten und das andere keilförmig geschmiedete Stück in diesen Spalt gesteckt. Letztere Methode findet namentlich oft Anwendung, wenn Schmiedeeisen mit Stahl zusammenschweißen ist (Verstählen, Anstählen, Vorstählen, Aciérer, Acérer, *Steeling*). — Die Finne eines Hammers, die Schneide einer Axt z. B. werden aus Stahl gebildet, während der Werkzeugkörper selbst aus Eisen besteht. Der Hammerkörper wird durch Aufnahme der Stahlfinne aufgespalten und dann ein Stahlkeil in diesen Spalt geschoben und damit zusammengeschweißt. — Bei der Anfertigung einer Axt tritt eine Abart dieses Verfahrens ein, indem man eine Eisenschiene von entsprechender Länge zunächst an beiden Enden schaufelmäßig platt schmiedet, dann in der Mitte zur Bildung der Haube zusammenbiegt, und nun zwischen die, eine Zange bildenden Enden das anzuschweißende Stahlstück legt. — Sind zwei oder mehrere Stangen unter einem Winkel zusammenschweißen, so erhalten die Hauptstücke durch den Aufhauer oder Stieldurchschlag, S. 259, einen Spalt oder ein Loch, in welches die Seitenstücke eingesteckt werden (z. B. die schmiedeeisernen Achshalter der

Eisenbahnfahrwerke). — Mitunter werden sogar besondere Formungen (Schwalbenschwänze u. dergl.) gewählt, um eine sichere Schweißung zu bewerkstelligen, z. B. beim Zusammenschweißen der einzelnen Teile zur Anfertigung der schmiedeeisernen Räder für Eisenbahnfahrzeuge, zur Hervorbringung einer gekröpften Welle<sup>1)</sup>. — Besonders schwierig ist die Verbindung von Stahl mit Eisen an größeren Flächen, z. B. beim Aufschweißen der Amboß- und Hammerbahnen, wo der fortgesetzte Gebrauch Erschütterungen und leicht ein Ablösen der Stahlbahn zur Folge hat. Mehrere Methoden sind zu diesem Zwecke in Anwendung. — Am besten gelingen solche Schweißungen, wenn der Stahl auf das weißglühende mit reiner Oberfläche versehene Schmiedeeisen gegossen wird, oder wenn ein Bindemittel den Übergang von Schmiedeeisen zu Stahl vermittelt. Ein solches Bindemittel ist das kohlenstoffreiche Schmiedeeisen. So werden unter anderem Stahlkopfschienen dadurch hergestellt, daß man sehniges Eisen (zum Fuß) zuerst mit Feinkorneisen und dann mit Stahl (zum Kopfe) zusammenschweißt.

Die Hitze, bei welcher das Schweißen gut und sicher von statten geht, die Schweißhitze, ist bei Schmiedeeisen die Weißglühhitze, bei Stahl, der in dieser Hitze zu weich wird und daher der vereinigenden Pressung ausweicht und auch leicht verbrennt, die Rotglühhitze. Wenn Eisen mit Stahl verschweißt wird und der letztere nicht zu dick ist, genügt oft eine Dunkelrotglühhitze des Stahles, da sich derselbe an dem weißglühenden Eisen leicht genügend weiter erwärmt. Die richtige Wahl der Hitze beim Stahl kann nur durch Übung und Erfahrung sicher getroffen werden, da die verschiedenen Stahlsorten auch verschiedene Schweißhitze haben. Zur Erhitzung des Materials bedient man sich derjenigen Herde und Öfen, die S. 148 u. f. ausführlich beschrieben sind; am häufigsten jedoch wird der Schmiedeherd dazu benutzt. Je nach der Beschaffenheit der zu vereinigenden Stücke legt man dieselben, einzeln oder in passender Weise vereinigt, ins Feuer. So wird z. B. zum Anschweißen eines Bolzenkopfes der Kopf vorher als Ring um den Bolzen gelegt; manche Stücke sind so geformt, daß sie sich gegenseitig einklemmen; andere wieder können mit Draht etc. zusammengehalten werden.

Bei der hohen Hitze, welche die Schweißung verlangt, ist die Verwandtschaft des Eisens zum Sauerstoff so groß, daß eine starke Oxydation, oft verbunden mit Funkensprühen (Verbrennen) eintritt, wenn man nicht gehörig für den Abschluß der Luft Sorge trägt. Zum Teil kann durch richtige, aufmerksame Behandlung des Feuers diese Oxydation vermieden werden. Besser und sicherer jedoch ist es in diesem Fall auf der Oberfläche der Arbeitsstücke eine schützende Hülle zu bilden, welche so beschaffen ist, daß sie nicht nur die Luft abhält, sondern auch nach ihrer Entfernung die reine metallische Oberfläche zurückläßt. Da der auf der Oberfläche entstehende Glühspan auf sehr einfache Weise in ein leicht schmelzbares und flüssiges Oxydul-Silikat verwandelt werden kann, wenn man Sand darauf streut, und da dieses Silikat nicht nur den gehörigen Schutz gewährt, sondern auch leicht abfließt und dann eine blanke Metallfläche zurückläßt, so wird beim Erwärmen des Eisens zum Zwecke des Schweißens Sand (Schweißsand) auf dasselbe geworfen. In manchen Fällen, namentlich bei Stahl, verwendet man statt des Sandes auch gestoßenes Glas, Boraxpulver oder sogenanntes Schweißpulver. Das letztere besteht, wenn es wirksam sein soll, aus Eisenschlacke bildenden, oder Oxyd reduzierenden Substanzen; in der Regel ist es eine Mischung von Borax, Kochsalz und Blutlaugensalz in mancherlei Verhältnissen gemischt, die auf die

1) Petzoldt, Fabrikation von Eisenb.-Mat. S. 129. — Dinglers Journ. 257, 349.

Schweißstelle aufgetragen wird. Ein gutes Schweißpulver zum Schweißen von Stahl auf Eisen ist zusammengesetzt: 35,6 Borsäure, 30,1 trockenes Kochsalz, 26,7 Blutlaugensalz und 7,6 Kolophonium, oder zum Zusammenschweißen von Stahl auf Stahl: 41,5 Borsäure, 35 trockenes Kochsalz, 15,5 Blutlaugensalz, 8,0 kalzinierte Soda. — Da bei dünnen, großflächigen Arbeitsstücken die Gefahr des Verbrennens besonders nahe liegt, so hat man hier mit Erfolg Wasser-gasstichflammen zum Erhitzen eingeführt. Auf diese Weise erhitzt man z. B. die Blechränder bei der Herstellung geschweißter Dampfkessel und Eisenröhren.

Die Vereinigung der gehörig durch Erhitzen etc. vorbereiteten Eisen- oder Stahlstücke geschieht, nachdem sie rasch und behende auf den Amboß und in die richtige Lage gebracht sind, gewöhnlich durch Hämmern, mitunter durch Pressen, vielfach mit Zuhilfenahme von Gesenken, Stempeln u. dergl., um zugleich die äußere Form auszubilden. Die Hammerschläge, welche zu Anfang wegen der Weichheit des Eisens nicht zu heftig sein dürfen, aber schnell aufeinander folgen müssen, sind so zu führen, daß die zwischen den Verbindungsstellen vorhandene Schlacke leicht seitwärts ausfließen kann. Deshalb erfolgen die ersten Schläge in der Mitte der Schweißstelle und die späteren allmählich dem Rande zu. Mit der Abnahme der Hitze ist sodann die Kraft der Schläge zu steigern. Daß zur Hervorbringung derselben Wirkung für größere Stücke die mechanischen Hämmer verwendet werden, bedarf wohl kaum der Andeutung.

Da es die Natur des Stoßes mit sich bringt, daß die durch die Hammerschläge der Metallmasse mitgeteilte, lebendige Kraft von jener Masse oft aufgenommen wird, ohne an die Schweißstellen zu gelangen, so kann es bei großen Arbeitsstücken nicht Wunder nehmen, wenn der Erfolg eines andauernden Druckes oft ein besserer ist, als der des Stoßes. Aus diesem Grunde werden oft statt der Hämmer Pressen zum Zusammenschweißen in Anwendung gebracht. In der Regel sind diese Pressen hydraulische (S. 178), die oft einen Druck bis 500 Atmosphären auszuüben vermögen. — Kleinere Gegenstände werden zweckmäßig im Schraubstocke zusammengedrückt. — Die erwähnte Erscheinung, daß eine drückende Kraft besonders geeignet ist, eine gute Schweißung hervorzubringen, hat auch zur Konstruktion besonderer Schweißmaschinen<sup>1)</sup> geführt, welche lediglich mit den Stauchmaschinen (S. 211) übereinstimmen, insofern als die Schweißstücke mit Zangen gefaßt und kräftigst gegeneinander geschoben werden. — Ein sehr wichtiges Hilfsmittel zu genannter Arbeit ist auch das Walzwerk; namentlich verwendet man dasselbe, wenn mit der Schweißoperation noch ein Strecken oder Auswalzen verbunden werden soll, wie beim Zusammenschweißen der Stabkopfschienen, bei der Anfertigung der Tyres oder Radbandagen aus einem Eisenstabe, der zuerst gebogen, dann auf dem Bandagenwalzwerke mit den Enden zusammengeschweißt und endlich ausgewalzt wird<sup>2)</sup>. — In einzelnen Fällen fordert die Gestalt der Arbeitsstücke eigentümliche Einrichtungen. Zum Zusammenschweißen von Blechrändern in der Röhrenfabrikation bedient man sich der Ziehbänke (S. 228) für kleinere, der langen an Ketten schwebenden Dorne für weite Röhren, oft so eingerichtet, daß sie mit dem Arbeitsstücke ins Feuer gebracht werden.

Bei einer guten Schweißung erkennt man an der blank gemachten Oberfläche die Verbindungsstelle entweder gar nicht oder, wenn Stahl und Eisen

<sup>1)</sup> Ztschr. d. V. d. Ing. 1890, S. 107, 1326, 1347; 1891, S. 1240; 1892, S. 1035; 1893, S. 390; 1895, S. 1374. — Prakt. Masch.-Konstr. 1885, S. 186; 1895, S. 63, 196. — <sup>2)</sup> Dingers Journ. 229, 108; 230, 455; 235, 23, 422; 244, 113, 187; 245, 206; 247, 182; 49, 140. — <sup>2)</sup> Hütte, 1859, Taf. 14. — Petzoldt, Fabrikation von Eisenb.-Mat. S. 19 8.

verbunden wurde, an der ungleichen Farbe beider Metalle. In sehr vielen Fällen aber ist die Schweißstelle (Soudure, *Shut*) mehr oder weniger deutlich an einer schwarzen Linie (Schweißnaht) zu bemerken. Da diese Linie von noch eingeschlossener Schlacke oder von geschmolzenem Schwefeleisen herührt und ein Zeichen dafür ist, daß die metallische Vereinigung fehlt, so dient sie vorzüglich als Kriterium der Schweißung. — Dem Zusammenschweißen anderer Metalle, z. B. des Kupfers, stellt sich hauptsächlich die Schwierigkeit der zweckmäßigen Schlackenbildung zur Erzeugung metallischer Oberflächen entgegen.

Als „elektrische Schweißung“<sup>1)</sup> hat sich ein Schweißverfahren ausgebildet, bei dem das Zusammenschweißen selbst sehr verschiedener Metalle, Kupfer und Messing mit Eisen, Gold auf Platin etc. mittelst der durch den elektrischen Strom erzeugten Wärme unter Mithilfe von Druck oder Schlag erfolgt. Zu dem Zwecke werden entweder die Werkstücke in starke Kupfer-

backen eingeklemmt, durch welche ein sehr starker Wechselstrom geschickt wird oder man benutzt den Davyschen Lichtbogen. Im ersten Fall (Thomson) ist der Widerstand für den Strom an der Stelle, wo die beiden Metalle zusammenstoßen so groß, daß letztere sich schnell und stark erwärmen und unter entsprechendem Drucke vereinigen. Im zweiten Fall (Bernardos)

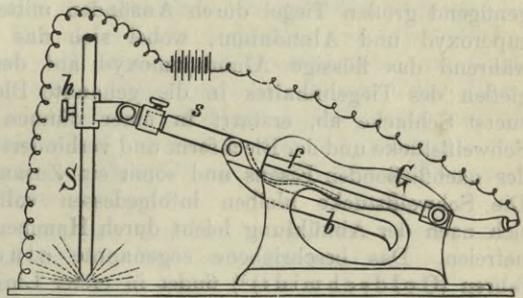


Fig. 426.

verbindet man das Werkstück mit dem negativen Pole und einen Kohlenstift mit dem positiven Pole einer Elektrizitätsquelle und läßt die zwischen Werkstück und Kohle entstehenden Lichtbogen wie die Stichflamme eines Lötrohres wirken. — Die erste Methode findet hauptsächlich Verwendung zum Zusammenschweißen von stabartigen Arbeitsstücken, die letztere hauptsächlich zur Vereinigung langer Kanten, z. B. zum Zusammenschweißen von Schienen, oder Blechstreifen zu Röhren etc. Eine Vorrichtung hierzu besteht (Fig. 426) aus dem hölzernen Handgriffe G, mit einer Stange s zum Halten des Kohlenstiftes S mittelst der Hülse h. Die um einen Bolzen drehbare Stange s wird mit dem Stifte S durch den Hebel b abwärts und damit S auf das Arbeitsstück gedrückt, von der Feder f abgehoben.

Wenn ein Gemisch von Aluminiumpulver und Eisenoxyd an einer Stelle genügend erhitzt wird, so erfolgt unter heftigen Verbrennungserscheinungen eine Reduktion des Eisenoxyds zu kohlenstoffreiem Eisen und die Bildung von Aluminiumoxyd. Die bei dieser Verbrennung entstehende Wärmemenge ist von solcher Größe, daß sowohl das Eisen als das Aluminiumoxyd in den flüssigen Zustand übergehen und eine hohe Temperatur (3000°) annehmen. Die hohe Temperatur dieser flüssigen Massen findet Anwendung zum Erhitzen von Eisenteilen, welche zusammengeschweißt werden sollen. Zur Ausführung dieser Schweißung müssen die Schweißstellen des Eisens, z. B. die Endflächen zweier

<sup>1)</sup> Fodor, Elektrisches Schweißen und Löten. Wien 1892. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1887, S. 863; 1889, S. 759; 1890, S. 1335; 1891, S. 1240. — Dinglers Journ. 263, 230; 265, 313; 272, 23; 276, 444, 491; 280, 191; 290, 73, 97, 127; 298, 64. — Stahl und Eisen 1892, S. 357.

aneinander zu schweißenden Wellen erst durch Feilen oder Schleifen metallrein gemacht, dann in die verlangte Lage gebracht und mit Hilfe eines passenden Klemmapparates in dieser Lage unter Druck gegeneinander festgehalten werden. Durch Aufgießen des genannten Gemisches (Thermit) auf die Schweißstelle erfolgt sodann die erforderliche Erwärmung und Schweißung, indem in der Regel der infolge der Ausdehnung der Eisenstücke auftretende Druck zum Zusammenschweißen genügt. Um die Wärme der feuerflüssigen Masse an der Schweißstelle zusammen zu halten, umgibt man diese mit einer lose anliegenden Form aus dünnem Eisenblech, die von außen durch Formsand genügend gestützt ist. Außerdem ist dafür Sorge zu tragen, daß das flüssige Thermiteseisen nicht mit den Schweißstücken in Berührung gelangt, weil es dann mit diesen zusammenschmelzen würde; deshalb wird der Vorgang so geleitet, daß sich die Schweißstellen und das umhüllende Blech erst mit einer Schlackenschicht bedecken. Zu dem Zwecke erfolgt die Bereitung der Erwärmungsmasse in einem genügend großen Tiegel durch Anzünden mittelst eines Gemisches von Bariumsuperoxyd und Aluminium, wobei sich das flüssige Eisen zu Boden senkt, während das flüssige Aluminiumoxyd auf dem Eisen schwimmt. Beim Ausgießen des Tiegelinhaltes in die genannte Blechform fließt dann naturgemäß zuerst Schlacke ab, erstarrt in einer dünnen Schicht auf der Oberfläche der Schweißstücke und der Blechform und verhindert damit die unmittelbare Berührung des nachfließenden Eisens und somit ein Zusammenschmelzen mit diesen Teilen. Die Schweißstücke bleiben infolgedessen vollständig unverändert und lassen sich nach der Abkühlung leicht durch Hammerschläge von der erstarrten Masse befreien. Das beschriebene sogenannte aluminothermische Schweißverfahren (Goldschmidt)<sup>1)</sup> findet in erster Linie Anwendung in Fällen, die das Erwärmen der Schweißstücke in einem Herde etc. ausschließen oder umständlich machen, z. B. zum Zusammenschweißen zerbrochener Teile (Wellen, Schienen u. dergl.), sodann von Röhren aus schmiedbarem Eisen, Gestellteilen usw. und zwar um so mehr als diese Art der Schweißung nach angestellten Prüfungen eine große Sicherheit und damit Festigkeit verbürgt.

## II. Verbindung durch Löten, Leimen, Kitten.

Diese drei Verbindungen sind deshalb miteinander so nahe verwandt, weil das Wesen derselben darin besteht, daß die Vereinigung zweier Arbeitsstücke mit Hilfe eines dritten Körpers vorgenommen wird, der sich vollständig über die Verbindungsstellen verbreitet und mit beiden innig zusammenhaftet. Beim Löten ist dieser Körper ein Metall, beim Leimen und Kitten eine flüssige oder knetbare Masse, die durch Austrocknen oder Erhärten bindet.

### A. Löten (Souder, *Solder*)<sup>2)</sup>.

Das Löten ist ein außerordentlich häufig angewendetes Verbindungsmittel, da sämtliche Metalle und Legierungen dadurch miteinander verbunden werden können, während das Zusammenschweißen fast nur auf Eisen und Stahl beschränkt ist. — Das Metall, welches die Verbindung vermittelt und Lot (*Soudure, Solder*) genannt wird, muß, um zu dem in Rede stehenden Zwecke brauchbar zu sein, bestimmte Eigenschaften besitzen. Da zunächst die Mög-

<sup>1)</sup> Stahl und Eisen 1901, S. 23. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1898, S. 655, 1019; 1899, S. 1265; 1900, S. 192; 1901, S. 1545; 1903, S. 1540. — <sup>2)</sup> Wüst, Legier- und Lötunst. Weimar 1894. — Schlosser, Das Löten. 3. Auflage. Wien 1905.

lichkeit der Lötung darauf beruht, daß das Lot an den Verbindungsstellen fest haftet, und da dieses Haften entweder eine Folge von Adhäsion oder einer Legierung ist, so muß bei der Auswahl des Lotes in erster Linie darauf gesehen werden, daß dasselbe eine möglichst große Verwandtschaft zu den Metallen hat, deren Lötung bezweckt wird. Vermöge dieser Verwandtschaft geht nicht nur das Löten leichter von statten, sondern die Verbindung wird auch eine innigere und daher festere und sichere. Aus diesem Grunde lötet sich Kupfer, Messing, Argentan so leicht mit Zinn oder Messing; Eisen mit Zinn, Kupfer mit Messing; Zink mit Zinn usw. — Die absolute Festigkeit der Lötung hängt außerdem noch besonders ab von derjenigen des Lotes; daher soll, wenn es die Festigkeit des gelöteten Gegenstandes verlangt, die Lötung mit einem Lot vorgenommen werden, dessen Festigkeit derjenigen der zu lötenen Metalle möglichst nahe kommt (Kupfer mit Messing; Messing mit Messing; Eisen mit Kupfer). — Um die Schönheit und das Aussehen des gelöteten Gegenstandes nicht zu beeinträchtigen, soll die Farbe des Lotes derjenigen des Arbeitsstückes möglichst gleich sein, deshalb wird z. B. Messing mit Messing, Gold mit Gold, Silber mit Silber gelötet. In sehr vielen Fällen wird jedoch von dieser Übereinstimmung abgesehen, weil das Löten mit gleichfarbigem Lot oft nicht möglich oder doch sehr schwierig oder umständlich ist, oder endlich die Festigkeit verringert. Deshalb wird Eisen sowohl mit Kupfer als mit Messing, Silber und Zinn, Messing mit Messing oder Zinn usw. gelötet.

Die Vereinigung durch Lot kann nur eintreten, wenn das letztere zum Schmelzen gebracht und das Arbeitsstück an den Verbindungsstellen bis zu der Temperatur des geschmolzenen Lotes erhitzt wird. Da das Arbeitsstück bei dieser Erhitzung aber nicht schmelzen darf, so folgt daraus weiter, daß der Schmelzpunkt des Lotes stets unter dem Schmelzpunkte des zu lötenen Metalles liegen muß. Im allgemeinen kann daher ein Metall nicht mit demselben Metall gelötet werden. Nur in einzelnen Fällen kommen Ausnahmen vor, z. B. das Löten von Bleiplatten zu den Bleikammern der Schwefelsäure-Fabriken mit Blei. Wegen der Verschiedenheit der Schmelzhitze gibt es daher eine sehr große Anzahl von Loten. Man bringt sie aber gemeinlich unter zwei Klassen, je nachdem der Schmelzpunkt derselben niedrig oder hoch liegt. Die der ersten Klasse angehörenden, leicht schmelzbaren Lote bestehen fast ausschließlich aus Zinn-Blei-Legierungen (Zinnlot), denen mitunter noch zur Erhöhung der Schmelzbarkeit andere Metalle, namentlich Wismut (Wismutlot) zugesetzt werden. Wegen des schnellen Schmelzens, der Weichheit und der weißen Farbe wird dieses Lot Schnellot, Weichlot, Weißlot (*Soudure tendre*, *Soft solder*)<sup>1)</sup> genannt. — Die schwer schmelzbaren Lote, welche zu der zweiten Klasse gezählt werden und so hart sind, daß sie kräftige Hammerschläge auszuhalten vermögen, führen den Namen Strenglot, Hartlot (*Soudure forte*, *Hart solder*) und Schlaglot, wenn sie zugleich hämmerbar sind. — Hieraus entsteht auch der Unterschied zwischen Weichlöten (*Soudure tendre*, *Soft soldering*) und Hartlöten (*Soudure forte*, *Hart soldering*). (Wegen der überwiegenden Verwendung der Gelbkupfer-Legierungen zum Löten ist für Hartlöten der Name Braser und *Brazing* entstanden.) Wenn auch einzelne Metalle z. B. Zinn und Kupfer für sich allein mitunter als Lot dienen, so verwendet man doch als letzteres fast immer Legierungen, deren Zusammensetzung sehr verschieden, oft sogar ziemlich willkürlich ist. Die anwendbarsten Legierungen sind in folgendem zusammengestellt.

1) Dinglers Journ. 276, 479.

## A. Weichlot.

10 T. Zinn mit 10, 15, 20 T. Blei (starkes Schnellot)  
 10 „ „ „ 4, 5, 6 „ „ (schwaches Schnellot).

4 T. Zinn, 4 T. Blei mit 1 T. Wismut	}	Wismutlot.
3 „ „ 3 „ „ „ 1 „ „		
2 „ „ 2 „ „ „ 1 „ „		
1 „ „ 1 „ „ „ 1 „ „		
1 „ „ 1 „ „ „ 1 „ „		

Da die Schmelzpunkte dieser Schnellote absteigend bei 240, 223, 200, 190, 185 und 181° C, die der Wismutote bei 160, 155, 145 und 124° C liegen, so besitzt man in obigen Legierungen eine ausreichende Abstufung, indem man ja selbst Gegenstände von der Legierung des schwachen Schnellotes noch mit Wismutlot löten kann.

Zum Löten von Aluminiumbronze: 3 T. Zinn, 6 T. Blei, 2 T. Zink, 1 T. Quecksilber. Zink wird geschmolzen erst mit Quecksilber amalgamiert und das erkaltete Amalgam in das geschmolzene Weißlot eingerührt.

B. Hartlot<sup>1)</sup>.

1. Lote aus Gelbkupfer (Messingschlaglot).

Zur Herstellung des Messingschlaglotes benutzt man im großen in der Regel Messingabfälle (Schnitzel, Dreh-, Bohr- und Hobelspäne etc.), weshalb hier die Angabe der Zusammensetzung aus diesen Abfällen mit etwaigen anderen angeführt werden mag.

Gelbes. Sehr strengflüssig und zähe: 7 T. Messingblechabfall  
 1 T. Zink.

„ Strengflüssig: 3 bis 4 T. Messingabfall, 1 T. Zink.

„ Leichtflüssig: 5 T. Messing, 2 bis 5 T. Zink.

Halbweiß. 12 T. Messingabfall, 4 bis 7 T. Zink, 1 T. Zinn; oder  
 16 T. Kupfer, 16 T. Zink, 1 T. Zinn.

Weißes. 20 T. Messing, 1 T. Zink, 4 T. Zinn; oder 3 T. Kupfer,  
 1 T. Zink, 1 T. Zinn.

In einigen Fällen setzt man ein Schlaglot zusammen aus 1 T. Messing und 1 T. Zink, welches sehr leicht schmilzt; oder aus 18 T. Messing, 4 T. Zink und 1 T. Feinsilber, welches sich durch große Zähigkeit auszeichnet und sich daher besonders zum Zusammenlöten der Messingröhren eignet, die gezogen werden sollen.

2. Lote aus Silber- und Goldlegierungen.

Diese Lote dienen namentlich in der Goldschmiedekunst, dann aber auch bei den feinen Arbeiten aus Messing, Kupfer und Stahl als Verbindungsmittel, weil sie durch Zähigkeit, Farbe und Unveränderlichkeit ausgezeichnet sind. Nach Strengflüssigkeit, Zähigkeit und Farbe getrennt, stehen für gewöhnliche Fälle folgende Legierungen in Anwendung.

a) Silberschlaglot.

Sehr hartes. 4 T. Feinsilber, 1 T. Kupfer.

Hartes. 4 bis 9 T. Feinsilber, 3 T. Messing; oder 28 T. Feinsilber,  
 10 T. Messing, 2 T. Kupfer.

1) Dinglers Journ. 286, 70; 293, 65.

Weiches, 2 T. Feinsilber, 1 T. Messing; oder 16 bis 21 T. zwölf-  
lötiges Silber, 3 T. Zink.

Leicht schmelzbares. 15 T. Silber, 13 T. Kupfer, 11 T. Zink.

b) Goldschlaglot.

Hartes, schwer schmelzbar. 9 T. 18 karat. Gold, 2 T. Fein-  
silber, 1 T. Kupfer.

Weiches, leichtflüssig. 12 T. 18karat. Gold, 7 T. Feinsilber,  
3 T. Kupfer.

3. Argentanschlaglot.

5 T. Argentan mit 4 T. Zink.

4. Aluminiumlot.

80 T. Zink, 8 T. Kupfer, 12 T. Aluminium; oder 88 T. Zink, 5 T.  
Kupfer, 7 T. Aluminium; oder 94 T. Zink, 2 T. Kupfer, 4 T. Aluminium;  
oder 30 T. Zink, 10 T. Kupfer, 20 T. Aluminium, 60 T. Zinn, 10 T. Silber;  
oder 95 T. Zinn, 5 T. Wismut.

Damit sich das Lot mit den Metallen gehörig verbindet, ist dasselbe  
nicht nur genügend flüssig zu machen, sondern es sind auch die Lötflächen  
vollständig metallisch rein herzustellen und während der Lötoperation gegen  
Oxydation zu schützen. Die Reinigung der Metalle geschieht vor dem Löten  
durch Feilen, Schaben, Kratzen oder Beizen, und die Reinhaltung und Schützung  
vor Oxydation während des Lötens durch Beizen oder Überziehen mit einer  
schmelzenden Masse. — Beim Weichlöten dient als schützende Decke Kolo-  
phonium, Stearin oder auch, in Ermangelung dieser Substanzen als schlechter  
Ersatz Öl. Oft wird mit Vorteil Salmiak benutzt. Das beste Mittel zu diesem  
Zwecke jedoch ist eine Auflösung von Zink in Salzsäure, also eine Auf-  
lösung von Chlorzink, welche als Lötwasser nicht nur die Lötstellen  
reingt, sondern auch das Lot flüssiger macht und keinen durch Wegkratzen  
etc. fortzuschaffenden Rückstand läßt. Am wirksamsten erweist sich das Chlor-  
zink im neutralen Zustande, weshalb man immer ein Stückchen Zink in der  
Lösung läßt. Durch Zusatz von Stärkemehl erhält man einen Lötkleister, der  
mitunter der leicht abtropfelnden Flüssigkeit vorgezogen wird. Noch wirksamer  
als Chlorzink ist Chlorzink-Ammonium, welches man sich dadurch ver-  
schafft, daß man 1 T. Zink in starker Salzsäure löst, der Lösung  $\frac{2}{3}$  bis 1 T.  
Salmiak zusetzt und dann die Masse zur Trockene abdampft. Beim Gebrauche  
wird davon etwas in Wasser gelöst. Dieses Lötwasser reinigt die Metallober-  
fläche in gelinder Wärme leicht von Oxyd und veranlaßt das Einlaufen des  
Lotes in die feinsten Vertiefungen.

Die Reinigungsmittel zum Zwecke des Weichlöten sind beim Hartlöten  
deshalb nicht verwendbar, weil sie bei der hier notwendigen, hohen Wärme  
schnell verbrennen oder sich verflüchtigen. Daher stehen dazu namentlich der  
Borax und das phosphorsaure Natron in Anwendung, weil diese Salze (wie  
schon beim Schweißen angegeben wurde) die Oxyde auflösen und einen glas-  
artigen Überzug bilden, welcher die Luft abhält. Gewöhnlich bringt man sie  
in wasserfreiem, kalziniertem Zustande in Pulverform durch Aufstreuen, unzuweck-  
mäßig mit Wasser zu einem Breie angerührt auf die Lötstellen. — In einigen  
Fällen hüllt man auch wohl das ganze Arbeitsstück, welches an den Lötstellen  
außerdem mit Borax versehen sein soll, in Lehm ein.

Zum Erhitzen des Arbeitsstückes mit gleichzeitigem Schmelzen des Lotes  
bedient man sich sehr verschiedener Werkzeuge und Mittel, die sich teils nach  
der Größe und Gestalt des Arbeitsstückes, teils nach der Schmelzhitze und  
teils nach der Beschaffenheit des Lotes überhaupt richten.

Da das Weichlot sehr leicht schmilzt, so genügt es, kleine Gegenstände mit Lötwasser bestrichen und mit Lot belegt in die Flamme einer Spirituslampe oder in eine Gasflamme eines Bunsenschen Brenners zu halten. Verlangt jedoch die Lötstelle, daß sich die Hitze auf einen Punkt konzentriert, so benutzt man zweckmäßig das bekannte Lötrohr, indem man die Lötstelle in das Bereich der Stichflamme desselben bringt. — Zum Erwärmen langer, schmaler Lötungen wie sie z. B. oft bei Klempnerarbeiten zum Zusammenlöten von Blechtafeln vorkommen, können die obigen Mittel nicht mehr zweckmäßig angewendet werden, um so mehr als die Gestalt der Arbeitsgegenstände die Erwärmung derselben über freier Flamme oft nicht möglich macht. Dann wird die Erwärmung in passender Weise dadurch hervorgebracht, daß man einen gehörig erhitzten Körper an die Lötstelle bringt und bis zum Einfießen des Lotes in

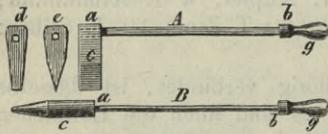


Fig. 427.

die Lötungen an derselben beläßt. Dieser Körper ist gewöhnlich aus einem Stücke Kupfer nur zum Löten des Aluminiums aus Aluminium angefertigt und bildet zur bequemen Handhabung mit einem eisernen Stiele und einem hölzernen Handgriffe versehen dasjenige Werkzeug, welches den Namen Löt kol ben (Soudoir, Fer à souder, Soldering-iron, Copper-bit)<sup>1)</sup> führt. Die Form

und Größe der Löt kol ben richtet sich nach der Beschaffenheit des Arbeitsstückes. Für die meisten Fälle reichen aber diejenigen Formen aus, welche als Hammer kol ben und Spitz kol ben bezeichnet werden und durch Fig. 427 dargestellt sind, in welcher A einen Hammerkolben und B einen Spitzkolben bezeichnet. An beiden Werkzeugen erkennt man in c den Kolben, ab den Stiel und g den Griff. Die stumpfe Schneide des Hammerkolbens und die Spitze des Spitzkolbens werden an die Lötstelle gebracht und heißen daher die Lotbahn. — Abänderungen dieser einfachen Werkzeuge kommen namentlich in bezug auf die Lotbahn (d, e) vor, die oft ziemlich breit, an dem konischen oder pyramidalen Spitzkolben kreisförmig, quadratisch und länglich viereckig, meißelartig scharf usw. geformt ist. Die Erwärmung der Löt kol ben findet oft in einem Kohlenfeuer der Schmiedeesse, zweckmäßiger und daher in der Regel in besonders gebauten kleinen, transportablen Öfen (Lötöfen) aus Eisenblech oder Gußeisen statt, welche bei Aufstellung in geschlossenen Räumen mit einem Abzug für die Brenngase versehen sein sollten. Als Brennmaterial dient Koks. — Zum Erhitzen kleiner Kolben empfiehlt sich Leuchtgas, das in einem Bunsenbrenner verbrennt. — Um das höchst umständliche und zeitraubende Erwärmen der Löt kol ben im Kohlenfeuer etc. zu umgehen, sind zahlreiche Vorschläge entstanden<sup>2)</sup>, die jedoch sämtlich den Gedanken zur Grundlage haben, während der Arbeit dem Kolben ununterbrochen Wärme zuzuführen und zwar entweder in der Weise, daß man denselben mit einer brennenden Flamme umgibt, oder daß man innerhalb desselben eine brennende Flamme unterhält. Als Brennmaterial dient flüssiger Kohlenwasserstoff (Benzin), der mit Luft gemischt entzündet wird. In manchen Fällen verbindet man den hohlen Kolben vermittelst eines Schlauches mit einer Leuchtgasleitung; weil aber hierdurch die Handhabung erschwert wird, so hat man neuerdings mit dem Kolben einen Apparat in Verbindung gebracht, in dem flüssige Heizstoffe (Benzin oder Petroleum) nach Art der Leuchtlampen zur Verbrennung gelangen. — Zur Verdeutlichung der hierauf gegründeten Konstruktionen mag der in Fig. 428 dargestellte Löt kol ben dienen. Derselbe besitzt in dem hohlen Handgriffe A einen Brennstoffbehälter,

<sup>1)</sup> Dinglers Journ. 269, 437. — <sup>2)</sup> Dinglers Journ. 244, 109; 246, 403; 248, 272; 56, 212; 257, 135; 261, 421; 262, 212; 295, 300.

aus dem das Benzin etc. durch das Röhrchen a, in den zweiten Behälter A<sub>1</sub>, von diesem durch die Röhren B, B in das Düsenstück C fließt. Von hier tritt es, durch das Niederschraubventil D geregelt, in den Verbrennungsraum F, nachdem es sich mit Luft vermischt, die aus einer Anzahl Löcher ee eintritt. Wenn bei Beginn des Gebrauches der Kolben über einer Flamme angewärmt wird, so

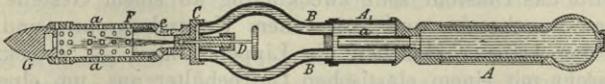


Fig. 428.

vergast sich der Brennstoff, wodurch er aus der Ventilöffnung ausströmt, sich entzündet und in das Rohr F hineinbrennt, aus dem die Verbrennungsprodukte durch Löcher aa entweichen. Die Kolbenspitze G erwärmt sich somit theils an der Flamme, theils durch Übertragung der Wärme von dem Rohre F.

Der elektrische Lötkolben besteht aus einem hohlen mit einem hölzernen Handgriff durch eine Eisenstange verbundenen Kupferkolben, in dessen Innerem Spiralen von Neusilberdraht angebracht sind, die durch Glimmer und Asbest voneinander isoliert werden. Ein durch den Kolben und die Spiralen geleiteter Strom bringt den Kolben ins Glühen.

Der Lötkolben wird in der Weise benutzt, daß man mit demselben, nachdem er genügend heiß gemacht, ein Stück Zinnlot mit der deshalb verzinneten Lotbahn aufnimmt und nach der mit Kolophonium, Lötwasser etc. versehenen Lötstelle trägt, um es hier so lange hin und her zu schieben, bis die nunmehr auch erwärmten Lötstellen dasselbe zwischen sich ziehen. Damit der Lötkolben das Zinnlot leicht aufnimmt und auch im Feuer sich nicht zu sehr mit Oxyd überzieht oder verbrennt, kann man nur als Material dazu zweckmäßig Kupfer nehmen. Da es aber genügt, die Lotbahn aus Kupfer herzustellen, so besteht der Kolben mitunter aus Schmiedeeisen, in den man Kupferstücke von gewünschter Form einsteckt.

Zum Schmelzen des Schlaglotes also auch zum Löten mit demselben ist eine höhere Temperatur erforderlich als zum Weichlöten, weshalb denn hier statt der mittelbaren Erwärmung durch Kolben, die unmittelbare mittelst Kohlenfeuer oder Flamme allgemein in Verwendung ist. Bei der Benutzung eines Feuers, wozu nur Holzkohle oder Koks brauchbar ist, bedient man sich entweder der Schmiedesse oder eines Blechofens mit starkem Zug oder mit Blasbalg (Fig. 181, S. 146). Die Umständlichkeit und Unsicherheit der Lötung im Feuer sowie die damit verbundene Gefahr für das Arbeitsstück beschränkt diese Art des Lötenes auf wenige Fälle. Die Flammenlötung ist demgegenüber die Regel, namentlich deshalb, weil die Flamme die sichere Erwärmung einer bestimmten und begrenzten, sowohl kleinen als großen Lötstelle gestattet. Als flammerzeugende Mittel benutzt man Flüssigkeiten, besonders Benzin und Weingeist oder Gase, namentlich Leuchtgas, Wasserstoff und Azetylen. Da zur Hervorbringung hoher Temperaturen eine schnelle vollständige Verbrennung notwendig ist, so erfolgt das Löten in der Regel unter Anwendung eines kräftigen Luftstromes, der zugleich der Flamme die gewünschte Richtung auf die Lötstelle gibt. Zur Erzeugung dieses Luftstromes dienen die Lötapparate, welche von sehr verschiedener Anordnung in bezug auf die Zuführung und Vermischung der Luft mit der Flamme, im allgemeinen aber auf die Wirkung des Lötrohres zurückzuführen sind.

Bei dem Löten kleiner Gegenstände vor der Flamme oder vor der Lampe leistet das einfache Löt- oder Blasrohr wieder wesentliche Dienste, teils dadurch, daß die Flamme damit genau auf die Lötstelle geleitet werden kann, teils durch die energische Hitzeentwicklung, welche dasselbe hervorbringt. — Da das gewöhnliche Blasrohr mit einer Hand gehalten werden muß, manche Arbeiten aber die freie Bewegung beider Hände sehr wünschenswert und oft notwendig machen, so wird das Blasrohr sehr zweckmäßig an einem Gestelle verschiebbar und feststellbar angebracht und mit einem Kautschukrohre und Mundstücke versehen, das der Arbeiter zwischen die Lippen nimmt. — Zweckmäßig statet man das Blasrohr mit einem elastischen Luftbehälter aus, um eine stetige Ausströmung zu sichern<sup>1)</sup>. Auch mit kleinen Fußblasbälgen etc. können sie in Verbindung gebracht werden.

Eine Benutzung des Lötrohres in großem Maßstabe findet z. B. in den Eisenbahnreparaturwerkstätten und ähnlichen Anstalten zum Anstückeln (Anschuhen) der Siederöhren statt. Gewöhnlich wird dann die Stichflamme dadurch erzeugt, daß man einen starken Gebläse-Luftstrom durch glühende Koks treibt, der sich in einem kleinen, runden, etwa 250 mm weiten Ofen auf einem Roste befindet und in der aus Ziegeln gebildeten Wand eine konische Düse (mit der engen Öffnung nach außen) anbringt, durch welche die Stichflamme austritt, um sodann das zu lötende, senkrecht vorgehaltene Rohr zu treffen<sup>2)</sup>.

Allgemein in Gebrauch gekommen sind Lötlampen<sup>3)</sup> namentlich mit Benzinfüllung. In der neuesten Ausführung besteht diese Lötlampe aus einem eisernen oder kupfernen Benzinbehälter mit einem aufgeschraubten Verschuß, an dem sich gewöhnlich in rechtwinkliger Stellung ein kegelförmig auf nur einige Millimeter Weite zusammengezogenes Rohr für den Austritt der Benzindämpfe befindet, umgeben von einem weiteren ebenfalls kegelförmig endenden Blechmantel, mit Löchern für den Luftzutritt. Nach Anzünden der Benzindämpfe wird dieser Mantel schnell erwärmt und dadurch in den Raum zwischen Mantel und Brennröhr eine Mischung von Luft mit Benzindämpfen und infolge der Vorerwärmung eine sehr wirkungsvolle Verbrennung erzielt, die an einer langen spitze auslaufenden Stichflamme zu erkennen ist.

Die größten Vorteile bieten die Gaslötlampen, welche auf die Benutzung von Leuchtgas begründet sind und dem Wesen nach, wie bei der Benzinlampe aus einem Doppelrohr bestehen, dessen Mantelraum gewöhnlich mittelst eines Kautschukschlauches an die Gasleitung angeschlossen wird während das innere Rohr Luft zuführt. Da in vielen Fällen die durch das Ausströmen des Gases hervorgebrachte Saugwirkung zur Zuführung genügender Luftmenge nicht ausreicht, so steht das Luftrohr der Gaslötlampe in der Regel mit einem Fußblasbalg oder einem anderen Gebläse in Verbindung<sup>4)</sup>. Weil besonders hohe Temperatur durch Verbrennung von Wasserstoff namentlich unter Zuführung von Sauerstoff erhalten werden, so benutzt man häufig Wasserstofflötampen zum Löten von Eisenteilen und Knallgaslötampen zum Löten von Platin. — Die leichte Beschaffung von Azetylgas aus Kalziumkarbid hat auch zur Benutzung dieses Gases für Lötzwecke veranlaßt.

Übrigens leisten auch beim Hartlöten LötKolben gute Dienste. So werden z. B. die Enden der Bandsägen dadurch zusammengelötet, daß man sie abgeschragt übereinandergelegt, mit Silberschlaglot und Borax bestreut, oder mit

1) Dinglers Journ. 132, 112; 144, 123. — 2) Heusinger v. Waldegg, Handbuch, Bd. IV, S. 289. — Organ für Eisenbahnw. 1866, S. 112; 1873, S. 94 u. 203. — 3) Dinglers Journ. 285, 72; 286, 215. — 4) Mitt. d. Hann. Gew.-Ver. 1854, S. 30. — Muspratt-Kerl, Chemie: Leuchtstoffe.

Messingdraht aus Hartlot umwickelt, zwischen das Maul einer schweren Zange bringt, das genügend (rotglühend) im Feuer erhitzt ist.

Ein neues Lötverfahren beruht wie das Schweißen auf der Anwendung des elektrischen Lichtbogens, indem man das Arbeitsstück mit dem negativen Pole und einen Kohlenstift mit dem positiven Pole einer genügend starken Elektrizitätsquelle verbindet und den Stift so nahe an das Arbeitsstück bringt, daß ein Lichtbogen entsteht, den man nun wie die Stichtflamme eines Lötrohres wirken läßt (S. 467).

Derselbe Apparat läßt sich auch zu Lötzwecken sehr passend einrichten durch Einsetzen von zwei Kohlenstangen nebeneinander, die mit der elektrischen Leitung verbunden werden, so daß an den unteren Spitzen der Lichtbogen entsteht, der der Lötstelle entsprechend genähert wird.

Während der Lötung müssen die zusammen zu lötenden Teile sich in derjenigen Lage befinden und erhalten, welche sie nach dem Löten besitzen sollen. Entweder werden zu diesem Zwecke die Teile mit der Hand zusammengehalten (z. B. beim Weichlöten an Blecharbeiten) oder durch Zangen, oder durch ihre Gestaltung (z. B. beim Zusammenlöten zweier Rohrenden wird das eine etwas erweitert und das andere in diese Erweiterung eingeklemmt) oder durch eine Verbindung vermittelt umgewickelten Drahtes (Bindedraht). Mitunter werden selbst die einzelnen Teile vorher durch Nieten und Schrauben aneinander befestigt.

Um das Lot bequem und in richtiger Menge an die Lötstelle bringen zu können, wird dasselbe (wenn es nicht mit dem LötKolben aufgenommen und transportiert wird) immer in kleinen Stücken aufbewahrt, welche man dadurch herstellt, daß man Lot in Blech auswalzt und zerschneidet oder indem man es granuliert. Die erste Methode wird namentlich für Weichlot, Kupfer- und Gold- und Silberschlaglot angewendet; die kleinen Blechschnitzel heißen Paillen (Paillons). Granuliert wird das gewöhnliche, viel gebrauchte Schlaglot, indem man die geschmolzene Legierung langsam in Wasser gießt, das mit einem Reiserbesen in Bewegung gesetzt wird, oder indem man gegen einen dünnen breiten Strahl Dampf leitet. Durch Sieben werden dann die Körner sortiert. — In der kleinsten Form bringt man die Lotstücke als Feilspäne in Anwendung. Zum Zwecke des Aufbringens wird dann das Lot oft mit Boraxpulver und Wasser zu einem Brei angerührt und auf die Lötstelle gestrichen. Für die kleinen Arbeiten an Gold- und Silbersachen wird Borax auf einer matten Glasplatte mit Wasser gerieben und das Lot, mit diesem dünnen Brei durch Umwenden darin behaftet auf die Lötstelle gelegt.

Über die Wahl des Lotes mögen folgende Andeutungen genügen. Man benutzt in der Regel zum Löten von Eisen mit Eisen oder Stahl: Kupfer und strengflüssiges Messinglot, bei feinen Gegenständen Silberlot, 12lötiges Silber. — Kupfer mit Kupfer wird gewöhnlich mit strengflüssigem Messinglot, seltener mit einer Legierung von 5 T. Kupfer mit 1 T. Blei (welche beinahe die Kupferfarbe besitzt) gelötet. — Kupfer mit Messing, Messing mit Messing und mit Eisen lötet man mit Schlaglot. — Zum Löten von Silber- und Goldarbeiten nimmt man Silber- und Goldschlaglot von verschiedener Zusammensetzung, je nach der Legierung, die gelötet werden soll, und mit Rücksicht darauf, daß bereits gelötete Gegenstände zum zweitenmal (zum Nachlöten bei Reparaturen etc.) leichtflüssigeres Lot verlangen, als nicht gelötete. — Zum Löten von Aluminium<sup>1)</sup> ist außer dem oben erwähnten ein Lot vorgeschlagen aus 5 T. Kadmium, 20 T. Zink und 30 T. Zinn. Außerdem benutzt man Chlorsilber mit Weingeist befeuchtet und den elektrischen LötKolben.

1) Dinglers Journ. 284, 144, 288; 296, 192.

## B. Leimen (Coller, *Glueing*).

Die Verbindung durch Leim bei Holzarbeiten hat mit dem Löten der Metalle insofern eine große Verwandtschaft, als beim Leimen auch eine flüssige Substanz zwischen die zu verbindenden Teile gebracht wird, die teilweise in die Holzporen einzieht, sodann durch Austrocknen erhärtet und die Holzteile mit der, dem Leime eigentümlichen Festigkeit verbindet.

Der Leim (Tischlerleim, Colle, *Glue*) ist eine unreine, getrocknete, tierische Gallerte, welche aus den Haut-Abfällen der Gerbereien, aus Knochen usw. dargestellt wird, in kaltem Wasser zu einer elastischen Masse aufquillt und sich in warmem Wasser zu einer Flüssigkeit mit großer Klebkraft auflöst. Zur Gewinnung der zum Leimen brauchbaren Flüssigkeit wird der Leim in kaltes Wasser gelegt und so lange darin gelassen, bis er vollständig aufgequollen ist, wozu 12—24 Stunden, je nach der Dicke der Stücke, oft auch nur einige Stunden erforderlich sind. — Während dieses Aufquellens nimmt der Leim, je nach seiner Trockenheit und Reinheit, das vier- bis sechzehnfache seines Gewichtes Wasser auf und bildet damit eine Gallerte, welche erwärmt ohne weiteres die gewünschte Lösung gibt. Die Erwärmung geschieht in demselben Gefäße (Leimtiegel, Leimtopf), aus dem die Lösung verbraucht wird in der Art, daß man diesen Tiegel auf glühende Kohlen oder in kochendes Wasser stellt. Da die Güte des Leimes wesentlich leidet, wenn derselbe über 100° erhitzt wird, so ist wegen der Sicherheit gegen Überhitzung die Erwärmung im Dampf- oder Wasserbade allen anderen Methoden vorzuziehen. — Beim Gebrauch muß die Leimlösung auf einer Temperatur von mindestens 50° erhalten werden, was auch am zweckmäßigsten dadurch geschieht, daß man den Leimtiegel in heißes Wasser stellt. Aus diesem Grunde erscheinen diejenigen Leimtöpfe als die geeignetsten, welche aus zwei gußeisernen Gefäßen bestehen: dem Leimbehälter und dem Wasserbehälter. Der letztere hat oben in der Decke eine runde Öffnung, durch welche das erstere Gefäß eingehängt wird. Die Erwärmung des Wassers im äußeren Gefäße zum Kochen verursacht zunächst das Schmelzen der Gallerte in dem eingehängten Gefäße und nachher ein langdauerndes Warmhalten des Leimes, namentlich wenn die Gefäßwände recht dick sind. Zur Vermeidung des Rostens wird der Leimbehälter verzinkt oder verzinkt.

Zum Auftragen des Leimes auf die Verbindungsflächen bedient man sich eines Borstenpinsels (Leimpinsel). Hierbei muß mit solcher Behendigkeit verfahren werden, daß der Leim bis zum Zusammenpressen der Arbeitsstücke gehörig flüssig bleibt, damit infolge des dann stattfindenden Austretens des überflüssigen Leimes die Leimfuge recht dünn ausfällt, was als ein Zeichen guter Leimung zu betrachten ist.

Das Anpressen der Holzteile aneinander wird mit Hilfe der S. 53 erörterten Leimzwingen, Leimknechte, Pressen etc. vorgenommen und zwar entweder in der Weise, daß diese Werkzeuge direkt auf die Holzteile gesetzt werden, oder indem man noch hölzerne Zwischenstücke (Zulagen, Cale, *Caul*) unterlegt, welche entweder das Abgleiten und Eindrücken der Preßwerkzeuge verhindern oder den Druck gleichmäßig über größere, ebene oder krumme Flächen verteilen sollen. Das letztere ist, z. B. erforderlich beim Aufleimen der Furniere auf das Blindholz (*Bâtis*, *Grund*), Furnieren (Plaqer, *Veneer*) größerer Arbeitsstücke (Tischplatten etc.), das erstere beim Furnieren gekehlter Leisten, runder Säulen usw. Als ein sehr zweckmäßiges Preßmittel ist noch das Umwickeln mit Gurten zu erwähnen, was namentlich

bei geschweiften Arbeiten vortreffliche Verwendung findet. — Für besondere Formen gibt man auch den Leimzwingen passende Einrichtungen. So eignet sich zum Anpressen von Ecken, wie sie bei Bilderrahmen etc. vorkommen, die in Fig. 429 skizzierte Gehrungszwinge, welche aus den zwei bei C scharnierartig verbundenen Teilen A, B besteht und durch ein Exzenter b kräftig geschlossen wird, das in einem an A festen Bügel d sitzt und durch den Griff e Drehung erhält. — Nach dem Anpressen bleiben die Arbeitsstücke so lange zwischen den Pressen, bis der Leim fest eingetrocknet und hart geworden ist. — Beim Aufstreichen des Leimes soll ein Teil desselben in die Poren einziehen, um eine feste Verbindung mit dem Holze zu vermitteln und ein anderer größerer Teil auf der Oberfläche liegen bleiben. Sehr poröse Hölzer saugen daher oft unnötig viel, sehr dichte Hölzer zu wenig ein. Aus dem Grunde werden die ersteren (namentlich wenn Hirnholz geleimt wird) oft durch Verstopfung der Poren, letztere durch Erzeugung einer rauhen Leimfläche vorbereitet. Zur Verstopfung der Poren bedient man sich eines Leimwassers, welches mitunter durch Einmischen von Kreide etwas dickflüssig gemacht und nach Bedürfnis aufgetragen wird. Die Rauhmigkeit der Oberflächen, die übrigens allgemein zum guten Haften des Leimes wesentlich beiträgt und daher auch vielfältig auf weichem Holze angewendet wird, bringt der Arbeiter mit dem Zahnhebel S. 279 hervor.

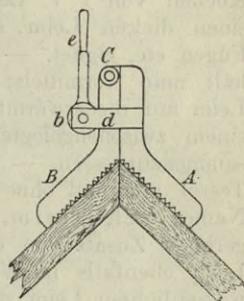


Fig. 429.

In bezug auf die Festigkeit der Leimung ist zu bemerken, daß dieselbe nicht nur bei den einzelnen Holzarten, sondern auch nach der Fasernlage verschieden ist, d. h. größer, wenn Hirnholz als wenn Langholz zusammengeleimt ist. Karmarsch teilt mit<sup>1)</sup>, daß die zum Zerreißen erforderliche mittlere Kraft auf 1 qmm und rechtwinklig gegen die Leimfläche beträgt:

	Hirn an Hirn	Aderholz an Aderholz
bei Rotbuchen	1,50 kg	0,78 kg
„ Weißbuchen	1,01 „	0,79 „
„ Eichen	1,22 „	0,55 „
„ Tannen	1,05 „	0,24 „
„ Ahorn	1,00 „	0,63 „

Außerdem hängt die Bindekraft wesentlich ab von der Beschaffenheit des Leimes, also von den Leimsorten, von der Erhärtungsdauer, von der Art der Inanspruchnahme, Leimzubereitung u. dergl., wie folgende von Bauschinger veröffentlichte Untersuchungen<sup>2)</sup> beweisen:

Leimsorten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Widerstand gegen Ab- scherung } nach 1 Tag	41	44	64	50	45	50	60	60	41	39	52	68	27	67	43	39 kg pr. qcm
gegen Abreißen nach 5 Tagen	70	57	68	56	61	59	63	61	65	55	58	68	38	75	73	69 „ „ „
	19	22	17	20	20	28	20	22	23	29	26	34	14	23	36	37 „ „ „

Zur Erhöhung der Festigkeit sind mancherlei Zusätze zum Leime vorgeschlagen, namentlich pulverförmige Substanzen: Kreide (Kreideleim) zum Leimen von Metall in Holz zu eingelegter Arbeit: Schwerspat, Bleiweiß, Zinkweiß (russischer Leim). — Um das Erwärmen des Leimes zum Zwecke

1) Karmarsch-Hartig, Techn., Bd. I, S. 754. — 2) Bayer. Ind.- u. Gew.-Bl. 1884, S. 1.

dos Flüssigmachens zu umgeben, hat man flüssigen Leim durch eine Oxydation des gewöhnlichen Leimes mittelst Erwärmung mit Salpetersäure (100 T. trockener Leim, 100—150 T. Wasser mit 12—16 T. Salpetersäure von 1,32 spez. Gewichte) hervorgebracht, der sich jedoch wegen seiner geringen Bindekraft nicht allgemein eingeführt hat. — Mitunter ist es wünschenswert, den Leim gegen Aufnahme von Wasser zu schützen. Allgemein wird dies durch einen Zusatz von Leinölfirnis erreicht, der in den heißen Leim eingerührt wird. Durch Kochen von 1 T. Leim mit 4 T. Wasser und 1 T. Leinölfirnis erhält man einen dicken Leim, der heiß aufgetragen sich vorzüglich zum Dichten von Fugen etc. eignet. — Eine wasserabhaltende, dichte und feste Verbindung erhält man vermittelt einer Auflösung von Scheilack in Spiritus, welche wie Leim auf die erwärmten Holzteile aufgetragen wird. Letztere sind dann, mit einem zwischengelegten Stücke Gaze oder alter lockerer Leinwand, scharf zusammenzupressen. — Auch eine Auflösung von 1 T. Kautschuk in 20—25 T. Teeröl mit und ohne Schellack wird zum Leimen benutzt und ist unter dem Namen Schiffeim, Marineleim beim Schiffbau in Anwendung. — Ein geringer Zusatz von doppelchromsaurem Kali zu einer Leimlösung macht den Leim ebenfalls in Wasser unlöslich, weshalb man auch diese Mischung als wasserdichten Leim zu benutzen vorgeschlagen hat.

### C. Kitten (Cimenter, Luter, *Cementing*).

Insofern hier nur die Kitte<sup>1)</sup> (Zement, Lut, *Cement*) in Betracht kommen, welche Metall- und Holzteile verbinden und diejenigen ausgeschlossen werden, welche zu Dichtungen dienen, ist die Zahl derselben eine geringe und die Verwendung eine sehr beschränkte, weil die Festigkeit der Verkittung stets klein und unsicher ist.

Eisenteile werden mitunter durch Zusammenrosten verbunden, indem man dieselben vor dem Zusammenstecken mit Salmiakwasser, verdünnter Salzsäure, Kochsalzwasser etc. bestreicht. Auch verwendet man hierzu sehr zweckmäßig eine Mischung von 1 T. Schwefel, 2 T. Salmiak und 16 T. Eisenpulver, welche zum Gebrauch mit Wasser zu einem Kitte angerührt wird, dem dann noch 20 T. Eisenpulver und einige Tropfen Schwefelsäure zugesetzt wird.

Wasserleitungsröhren verbindet man mit einem Kitte aus 12 T. römischem Zemente, 4 T. Bleiweiß, 1 T. Bleiglätte und  $\frac{1}{2}$  T. Kolophonium, welche Mischung fein gepulvert und in der Wärme mit altem Leinöl zu einem Kitte angemacht wird. — Ein äußerst widerstandsfähiger Kitt, der selbst von Säuren nicht merklich angegriffen wird und große Härte schnell annimmt, wird durch Zusammenreiben von feinsten Bleiglätte mit Glycerin erhalten.

Vielfache Verwendung finden die sog. Harzkitte, z. B. zum Einkitten der Messer- und Gabeln-Angeln in den Heften, zum Aufkitten auf die Kittscheibe der Drehbank, zum Einkitten metallener Teile in Holz, Stein usw. In der Regel bestehen die Harzkitte aus einer Mischung von Kolophonium oder Pech mit Ziegelmehl, welche in geschmolzenem Zustande angewendet wird. — Hierher gehören auch die Kitte, welche erhalten werden durch Auflösen von Schellack in Alkohol; von Kautschuk oder Gutta-Percha in Chloroform, Benzin oder Terpentinöl, und die sehr empfehlenswerte Mischung von 1 T. schwarzem Pech mit 1 T. Gutta-Percha. Diese Kitte eignen sich besonders zur Befestigung von Metall auf Holz, Leder auf Metall usw.

<sup>1)</sup> Lehner, Kitte und Klebmittel. 4. Aufl. Wien 1892. — Jeep, Kitt- und Klebmittel. Weimar 1895.

### III. Zwängverbindungen.

Wenn ein prismatischer Stab innerhalb seiner Elastizitätsgrenze mit einer gewissen Kraft in der Längsrichtung gespannt wird, so erleidet derselbe eine Verlängerung, die im allgemeinen der entstandenen Spannung proportional ist und nach Aufhebung der Spannung verschwindet. Der ausgedehnte Stab wird sich daher mit derselben Kraft zu verkürzen suchen (Schwinden, daher Schwundverbindung) mit welcher seine Verlängerung bewirkt wurde und also auch mit derselben Kraft zwei Körper zusammenziehen, welche z. B. an den beiden Enden des Stabes befestigt sind. — Ist nun ein solcher Stab so gebogen, daß er einen Teil eines Zylinders umfaßt, während die beiden Enden unverrückbar festgehalten werden, so wird an der Berührungsstelle zwischen Stab und Zylinder eine radiale Pressung entstehen, deren Größe auch von dem Winkel abhängt, der dem umspannten Bogen des Zylinders angehört. Werden endlich beide Enden des Stabes miteinander verbunden, so daß letzterer die Form eines kreisrunden Ringes erhält, so wird eine Spannung in der peripherischen Richtung Radialdrücke auf den Zylinder zur Folge haben, welche an jeder Stelle gleich sind und eine Reibung erzeugen, welche von dem Reibungskoeffizienten und der Spannung, also auch von der Verkürzung des Stabes abhängt.

Wie bedeutend diese Drücke werden können, ergibt sich aus den Kräften, welche zur Verlängerung des Ringes aufgewendet werden müssen. Hat man z. B. einen Zylinder von 1000 mm Durchmesser und einen Ring von 999 mm Durchmesser, so ist der Ring um 3,14 mm zu verlängern. Nach der bekannten Formel

$$\lambda = \frac{Q l}{F E}$$

worin  $\lambda$  die Verlängerung,  $Q$  die spannende Kraft,  $l$  die Länge,  $F$  die Fläche des Querschnittes und  $E$  den Elastizitätsmodulus bedeutet, wird, wenn z. B.  $F = 10 \cdot 60$  qmm und  $E = 20\,000$  kg angenommen, sein

$$3,14 = \frac{Q \cdot 3140}{600 \cdot 20000}$$

also

$$Q = 12\,000 \text{ kg.}$$

Ist  $p$  der radiale Druck auf 1 qmm, so findet die Beziehung statt

$$2 Q = p D b,$$

wenn  $D$  der Reifdurchmesser und  $b$  die Breite der Auflagefläche ist, woraus hervorgeht

$$p = \frac{2 Q}{D b}.$$

Nach dem vorstehenden Beispiel ist nun  $b = 60$ ,  $D = 1000$  und  $Q = 12000$  kg, folglich

$$p = \frac{2 \cdot 12000}{1000 \cdot 60} = 0,4 \text{ kg.}$$

Der Gesamtdruck auf dem ganzen Umfange ist nun

$$N = p D \pi b,$$

also in dem vorliegenden Fall

$$N = 0,4 \cdot 1000 \cdot 3,14 \cdot 60 = 75360 \text{ kg.}$$

Es geht demnach hieraus hervor, daß man durch solche künstlich erzeugte Spannungen sehr feste Verbindungen (Zwängverbindungen) hervorzubringen vermag<sup>1)</sup>.

Die Spannungen selbst können auf zwei verschiedene Arten hervorgerufen werden, entweder durch Erwärmung, oder durch gewaltsames Aufziehen in der Kälte.

Die Erwärmung bildet ein sehr oft verwendetes Mittel, um nach obigem Prinzip Zylinder auf Zylindern, Ringe auf Zylindern usw. zu befestigen und wird namentlich gebraucht bei Schmiedeeisen und Stahl. Da bei diesen Materialien die Verlängerungen (Schwundmaß) so zu bemessen sind, daß die Durchmesser vergrößerung bei Schmiedeeisen etwa 1 bis 1,5, bei Stahl 0,6 bis 1 mm auf 1 m beträgt, also die durchschnittliche lineare Vergrößerung 0,1 0/0 ist, so läßt sich daraus auch die Erwärmung ermitteln, bei welcher die entsprechende Dimensionsvergrößerung eintritt. — Bei einer Erwärmung bis 100° verlängert sich nämlich ein Stab aus Schmiedeeisen oder Stahl von 1 m Länge um 1,2 mm, so daß der Ausdehnungskoeffizient (das Maß der Verlängerung bei einer Temperaturzunahme um 1°) etwa  $\frac{1}{85000}$  beträgt<sup>2)</sup>. Um demnach einen 1 m langen Stab um 1 mm zu verlängern, ist derselbe auf 85° zu erwärmen. Bei dieser Erwärmung und Ausdehnung entsteht also die bleibende Spannung. Die Ausdehnung von 0,1 0/0 genügt aber nicht, um einen Ring von 999 mm Durchmesser auf einen Zylinder von 1000 mm Durchmesser zu bringen, weil unvermeidliche Ungenauigkeiten und die oft absichtlich herbeigeführte Rauigkeit an den Berührungsfächen, sowie namentlich die schnelle Abkühlung des aufzuschiebenden Ringes hier hinderlich ist. Deshalb wird die Ausdehnung auf das 2 bis 2½fache des Schrumpfmaßes, also in diesem Fall auf 2 bis 2½ mm gebracht, was einer Erwärmung auf 170 bis 215 Grad entspricht. Beträge das Schwundmaß  $\frac{1}{95000}$  oder  $\frac{1}{60000}$ , so würden die entsprechenden Temperaturen 250 und 375 Grad (blaue Anlaßfarbe S. 17) betragen. Da nun die Rotglühhitze bei etwa 525° liegt, so ist aus dem vorigen zu ersehen, daß die häufig bis zu dieser Wärme getriebene Erwärmung überflüssig ist. Wegen einer hierbei leicht eintretenden Überspannung (durch ein Zusammenschrumpfen unter das ursprüngliche Maß) werden Reifen etc. sogar oft gesprengt, weshalb also sogar die Rotglühwärme schädlich ist.

Mit Hilfe des Ausdehnungskoeffizienten  $\alpha$  und der zu einer bestimmten Ausdehnung erforderlichen Temperatur  $t$ , läßt sich die Kraft  $P$  bestimmen, welche zu dieser Ausdehnung erforderlich wird, wenn der prismatische Körper einen Querschnitt von der Größe  $F$ , die Länge von 1 m und einen Elastizitätsmodulus  $E$  besitzt, und zwar aus der Gleichung

$$P = \alpha \cdot t \cdot F \cdot E.$$

Nimmt man darnach z. B. die oben gebrauchten Werte  $F = 600$  qmm,  $E = 20000$  kg,  $\alpha = 0,000012$  und dann  $t = 85$  0/0, so wird

$$P = 12240 \text{ kg.}$$

Aus der Vergleichung dieser durch die Wärme hervorgebrachten Kraft mit der oben berechneten Kraft  $Q$  erkennt man eine solche Übereinstimmung daß man den Ausdehnungskoeffizienten der Zugkraft demjenigen der Wärme gleich nehmen kann, und daß es in betreff des Erfolges gleichgültig ist, ob die Ausdehnung durch die Wärme oder eine besondere Zugkraft herbeigeführt wird.

1) Petzoldt, Fabrikat. v. Eisenbahnmat. S. 146. — Heusinger, Handb., Bd. II, S. 64; Bd. IV, S. 231. — Organ 1865, S. 165. — 2) Mousson, Die Physik auf Grundlage der Erfahrungen. Zürich 1872, Bd. 2, S. 17.

Die Erwärmung der Metalle zu dem in Rede stehenden Zwecke geschieht entweder in offenen Herden oder in Glühöfen (S. 148) oder am zweckmäßigsten über Flammen, die durch Verbrennen von Gas (Leuchtgas, Wasserstoffgas etc.) entstehen <sup>1)</sup>.

In Anwendung steht diese Methode namentlich zum Aufziehen der Radreifen auf die hölzernen Räder gewöhnlicher Fuhrwerke und auf die Räder der Eisenbahnwagen, und sodann zur Verbindung einzelner Maschinenteile usw. Als Beispiel der letzteren Arten mag die auf S. 167, Fig. 203 und 204 erwähnte Verbindung des Hammergestelles R mit der Platte V durch die Ringe a angeführt werden. — Wenn man einen Hohlzylinder erwärmt und einen Teil A desselben, z. B. die Hälfte plötzlich in kaltes Wasser steckt, so zieht sich dieser Teil je nach dem Abkühlungsgrade mehr oder weniger zusammen. Der noch heiße Teil B folgt aber dem Zusammenziehen, indem er zugleich gestaucht, also am inneren Durchmesser bleibend verkleinert wird. Wird darauf der Zylinder wieder erwärmt und nun die Hälfte B abgekühlt, so folgt A diesem Zusammenziehen und verliert gleichfalls an Durchmesser. Durch Wiederholung dieses Vorganges ist man imstande, Hohlzylinder-Durchmesser zu verkleinern, so daß man darin ein vorzügliches Mittel besitzt zu weit gewordene Zylinder, Ringe etc. auf ein geringes Maß zurückzubringen. Besonders oft wird dieses Verfahren benutzt, Radreifen (Tyres) für Eisenbahnfahrzeuge zu verkleinern, weshalb es hier Erwähnung verdient.

Da das Holz bei einer Temperatur, bis zu welcher die Reifen zum Zwecke des Aufziehens erwärmt werden müssen, bereits verkohlt und daher an der Berührungsfäche die zum Festhalten der Reifen erforderliche Festigkeit verliert, und da das Erwärmen überhaupt, also auch zum Aufbringen der Radbandagen auf eiserne Räder und dieser auf die Radachsen etc. umständlich ist, so werden neuerdings die Reifen etc. sehr oft kalt aufgezogen. Hierbei sind zwei Methoden zu unterscheiden. Nach der einen, nur für dünne Reifen anwendbaren Methode wird der Reifen so weit gemacht, daß derselbe bequem über den Radkörper geschoben werden kann und dann durch ein umgelegtes Stahlband gestaucht also verkürzt <sup>2)</sup>. Nach der zweiten Methode wird der Hohlkörper (Radnabe, Reifen etc.) auf die Unterlage (Achse, Radkranz etc.) gewaltsam mittelst Schrauben- oder hydraulischer Pressen (Räderpressen) aufgepreßt <sup>3)</sup>. Um dieses Aufpressen zu ermöglichen, wird die Achse oder der Kranz auf 20 mm Länge um 1 mm konisch abgedreht und ein Druck von 40 000 bis 60 000 kg verlangt <sup>4)</sup>. — Das oft notwendige Abziehen der Räder von den Achsen geschieht als umgekehrte Arbeit in ähnlicher Weise, wie das Aufziehen durch Erwärmen oder Pressen.

Daß die Verbindung der Faßdauben durch umgeschlagene, hölzerne oder eiserne Reifen (Aufschlagen, Aufsetzen, Beschlagen), die mittelst Hämmer angetrieben werden, hierher gehört, bedarf nur der Andeutung.

#### IV. Formungs-Verbindungen.

Bei den im vorhergehenden näher erläuterten Verbindungsarten herrscht das Charakteristische vor, daß die zu verbindenden Teile mit den Verbindungsflächen aneinander gelegt werden, ohne daß die letzteren eine weitere Ausbildung erfahren. Wenn nun zwar diese Verbindungsarten in einer großen

<sup>1)</sup> Heusinger, Handb., Bd. IV, S. 236. — <sup>2)</sup> Polyt. Zentr. 1873, S. 1072. —

<sup>3)</sup> Heusinger, Handb., Bd. II, S. 73 u. 116; Bd. IV, S. 238. — <sup>4)</sup> Hartig, Arbeitsverbr. d. Werkzeugmasch. S. 221.

Zahl von Fällen ausreichen und wegen der einfachen Ausführung den Vorzug verdienen, so treten doch andererseits oft Umstände ein, unter welchen sie (die Schweißverbindung ausgenommen) nicht genügende Sicherheit und Festigkeit darbieten, namentlich gegen seitliche Verschiebung, weil das Verbindungsmittel (Lot, Leim, Kitt, Reibung) stets eine geringere Widerstandsfähigkeit besitzt, als das verbundene Material. Dann ist es erforderlich, ein innigeres Ineinandergreifen der einzelnen Teile anzuordnen, welches auch seitliche Verschiebungen verhindern kann. Indem dies durch besonders geformte Vorsprünge und Vertiefungen, durch Übereinanderbiegen u. dgl., also im allgemeinen durch bestimmte Formungen der zu verbindenden Teile erreicht wird, werden diese Verbindungen selbst zweckmäßig Formungs-Verbindungen genannt.

In der Metallverarbeitung ist die Anwendung der Formungs-Verbindungen nur eine geringe, weil die Herstellung der Verbindungsteile sehr langwierig und kostspielig ist und weil die später zu erwähnenden Verbindungen durch Schrauben, Niete, Keile etc. einen vollständigen Ersatz dafür bieten. Sie beschränkt sich fast nur auf die durch Übereinanderbiegen (Falzen) gebildete Zusammenfügung und auf eine mitunter zur festen Vereinigung, öfters aber zu Prismenführungen verwendete Verbindung durch prismatische Stücke.

Bei Holzarbeiten dahingegen finden die Formungsverbindungen eine außerordentlich häufige Anwendung, so daß sie als Holzverbindungen von sehr großer Bedeutung und Wichtigkeit sind.

### A. Formungsverbindungen bei Metallarbeiten.

Wie schon oben angedeutet, begreift man unter Falzen (Replier, Agraffer, *Folding*) eine Vereinigung zweier Metallteile durch Umbiegen und Übereinanderlegen ihrer Ränder, wobei die so vereinigten Ränder den Falz (Repli, Agrafe, *Fold*) bilden. Da das hierbei erforderliche Umbiegen nur an dünnen Metallstücken vorgenommen werden kann, so beschränkt sich diese Verbindungsart auch nur auf Arbeiten aus Blech zur Herstellung von Gefäßen, Röhren, zu Dachdeckungen, Wandbekleidungen etc. Entweder wird der Falz durch einmaliges Umbiegen der Ränder gebildet, so daß



Fig. 430.

letztere hakenartig erscheinen und durch einfaches Einhaken und Andrücken verbunden werden (einfacher Falz, Fig. 430 A) oder durch zweimaliges Umbiegen in der Weise, daß das zweite Umbiegen mit den bereits eingehakten Rändern vorgenommen wird (doppelter Falz, Fig. 430 B). Die zweite gemeinschaftliche Biegung kann dabei entweder so weit vorgenommen werden, daß der Falz rippenförmig aufwärts steht (Fig. C), oder daß er glatt anliegt (Fig. B), wonach man den stehenden von dem liegenden doppelten Falze unterscheidet. Es ist leicht zu erkennen, daß der doppelte Falz nicht nur wegen der größeren Berührungsfächen beider Teile eine dichtere Verbindung, sondern auch eine vollständige Sicherheit gegen das Aushaken darbietet. — Zu den Falzverbindungen ist sodann noch diejenige mit übergeschobenem Falzstreifen (Fig. D) zu zählen, wobei ein an beiden Rändern eingebogener Blechstreifen c die umgebogenen Ränder der Blechteile a und b klammerartig umfaßt. Hierbei ist auch ein Aushaken nicht möglich, weshalb man von dieser Falzart bei Dachdeckungen, Anfertigung von Röhren etc. oft Gebrauch macht.

Das Umbiegen der Blechränder zum Zwecke des Falzens geschieht entweder mit Hilfe der S. 205 näher angegebenen Methoden und Vorrichtungen,

oder einiger einfacher Werkzeuge, die besonders zum Falzen konstruiert und namentlich von Dachdeckern gebraucht werden. Zu den letzteren gehört zunächst die Falzbohle, welche aus einer mit einem Winkeleisen beschlagenen Holzbohle besteht und zum Aufbiegen dient, das durch Hämmer bewerkstelligt wird. Besser eignet sich zu dem Zwecke ein mit einer Längsfurche versehenes Holzstück, das in der auf S. 206 durch Fig. 255 dargestellten Weise gebraucht wird. — Das Niederlegen und Andrücken erfolgt sodann teils mit Hilfe von Flachzangen mit sehr (bis 150 mm) breitem Maul (Falzzange, Deckzange), teils unter Anwendung von Hämmern und eines eisernen Werkzeuges, welches, wie Fig. 431 zeigt, aus einer schaufelartigen Platte *a* und einem vierkantigen prismatischen Ansatz *bb* besteht (Schalleisen, Scholleisen, Deckschaufel). Die Schaufel *a* wird sodann als Biegkante und der Klotz *bb* zum Gegenhalten beim Zusammenklopfen gebraucht. — Bei fabrikmäßiger Herstellung von gefalzten Blechröhren etc. bedient man sich ausschließlich der Maschinen: Biegmachines (S. 207), Falzmaschinen (S. 205) und Zudrückmaschinen. Diese letzteren bestehen dem Wesen nach aus einer Rolle, welche mit kräftigem Drucke über den Falz hinweggerollt wird, während die Röhre auf einem Dorne sitzt.

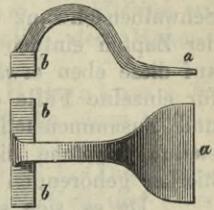


Fig. 431.

In sehr vielen Fällen werden die Falzfugen noch nachträglich durch Löten vollständig geschlossen, wodurch außer der absoluten Dichtigkeit noch eine größere Festigkeit erzielt wird.

## B. Formungsverbindungen bei Holzarbeiten.

Die Holzverbindungen (*Assemblages, Joints*) lassen sich sämtlich auf drei Elemente zurückführen, welche sowohl durch Zusammensetzung, als auch schon durch geringe Abweichungen von der Grundform, eine große Mannigfaltigkeit an Formen ergeben.

Diese drei Grundformen sind das Blatt oder der Falz, der Zapfen und der Schwalbenschwanz.

Das Blatt (Platte) Fig. 432 A wird einfach dadurch gebildet, daß man die beiden zu verbindenden Teile *a* und *b* bis zur halben Dicke rechtwinklig absetzt.

Der Zapfen (*Tenon, Tenon*) Fig. 432 B besteht aus einem Prisma *n* von gewöhnlich rechteckigem Querschnitte, das an dem einen Stücke *b* sitzt und zur Verbindung in ein entsprechendes Loch *m* (Zapfenloch, *Mortaise, Mortise*) des zweiten Stückes *a* eintritt.

Der Schwalbenschwanz (*Queue d'aronde, Q. d'hironde, Dovetail*) Fig. 432 C ist ein Prisma *n* von trapezförmigem Querschnitte, welches mit der schmalen Seite an dem Stücke *b* sitzt und zur Verbindung mit dem Stücke *a* ebenfalls in einen gleichgeformten Ausschnitt *m* eingebracht wird.

Unter der Voraussetzung, daß sich alle drei Verbindungsformelemente über die ganze Länge der Verbindungsstelle erstrecken, ist der Unterschied derselben bezüglich des Festhaltens leicht zu erkennen. Bei dem Blatte wird die Bewegung der Teile

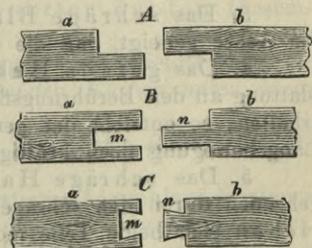


Fig. 432.

a und b gegenseitig nur nach einer Richtung verhindert, bei dem Zapfen nach zwei Richtungen und bei dem Schwalbenschwanz nach drei Richtungen. — In betreff der Herstellung dieser drei verbindenden Teile ist nun leicht zu erkennen, daß das Blatt am leichtesten und der Schwalbenschwanz am schwierigsten zu erzeugen ist, und in bezug auf die Anbringung, daß der Schwalbenschwanz seitwärts eingeschoben werden muß, während das Blatt und der Zapfen einfach aufgelegt oder eingesteckt werden können. — In Rücksicht auf diese eben erwähnten Punkte wird nun die eine oder andere dieser Formen, für einzelne Fälle oft in etwas veränderter Gestalt, sodann in Wiederholungen und Zusammenstellungen zur Anwendung gebracht, wie folgende Zusammenstellung, welche die wichtigsten Holzverbindungen, mit Ausschluß der nicht hierher gehörenden Holzkonstruktionen, enthält, näher erläutern mag.

Da es sich stets nur darum handelt, Holzstücke zu verlängern oder zu verbreitern oder unter gewissen Winkeln zusammenzufügen,

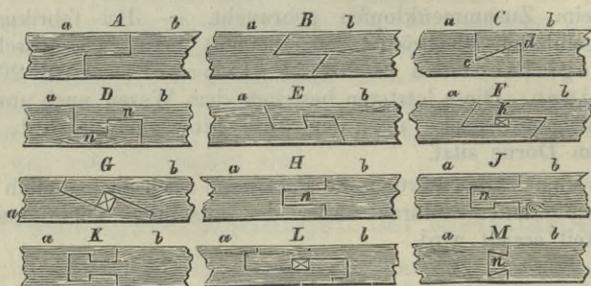


Fig. 433.

so ist es zweckmäßig, auch die Holzverbindungsformen für diese Fälle einzeln zusammen zu stellen.

a) **Verlängerungs-Verbindungen.** Hierzudienen folgende in Fig. 433 zusammengestellte Teile:

1. Das gerade Blatt oder die einfache Verblattung A. Beide Hölzer a und b werden zur Hälfte rechtwinklig abgesetzt und aufeinander gelegt.

2. Das schräg eingeschnittene, gerade Blatt B. Stimmt mit 1. überein, bis auf die Abweichung, daß beide Teile a und b schräg statt rechtwinklig abgesetzt sind, wodurch die Verschiebung nach zwei Seiten verhindert wird.

3. Das schräge Blatt C. Hierbei liegen die Blattflächen cd so gegen die Achse geneigt, daß die Längsverschiebung erschwert wird.

4. Das gerade Hakenblatt D. Wenn die Blätter der einfachen Verblattung an den Berührungsflächen ineinandergreifende, rechtwinklige Ansätze nn erhalten, so entsteht das gerade Hakenblatt und eine Verbindung, welche der Längsbewegung noch kräftiger Widerstand leistet als 3.

5. Das schräge Hakenblatt E unterscheidet sich von dem vorhergehenden durch den schrägen Eingriff, infolgedessen bei dem Auseinanderziehen sich beide Teile rechtwinklig zur Zugrichtung nähern.

6. Das schräge eingeschnittene, gerade Hakenblatt mit Keil F. Der hier zwischen die Haken eingeschlagene Keil k treibt beide Teile a und b so aneinander, daß eine sehr innige Verbindung entsteht, welche die Vorteile von 2. mit 4. vereinigt.

7. Das schiefe Hakenblatt mit Keil G ist eine Abweichung von 6.

8. Der einfache Zapfen H. Das eine Stück b wird an beiden Seiten auf ein Drittel der Dicke abgesetzt, so daß der Zapfen n als das mittlere Drittel stehen bleibt, das zweite Stück a dahingegen in der Mitte um das mittlere Drittel ausgearbeitet.

9. Der Hakenzapfen oder einfache Hakenkamm J. Hierbei erhält der Zapfen noch einen hakenartigen Vorsprung n (ähnlich dem Hakenblatt unter 4.), um das Auseinanderziehen zu verhindern.

10. Der doppelte Hakenzapfen oder doppelte Hakenkamm K unterscheidet sich von 9. dadurch, daß der Zapfen an beiden Seiten einen hakenartigen Vorsprung hat.

11. Der Nutzapfen mit Keil oder der Teufelsschluß L. Diese Verbindungsform ist als eine Zusammensetzung des Hakenblattes mit Keil und eines Zapfens anzusehen, die in der Wirkung mit 6 übereinstimmt.

12. Der Schwalbenschwanz M. Diese Form ist bereits oben mit Fig. 432 C erklärt.

13. Der Schwalbenschwanz mit Brüstung oder der bedeckte Schwalbenschwanz. Diese Form hat den Zweck, auf der einen oberen Seite den Schwalbenschwanz unsichtbar zu machen; der letztere nimmt daher nur einen Teil der Höhe ein, während der andere obere Teil als Platte ausgebildet ist.

**b) Verbreiterungs-Verbindungen.** Unter Verbreiterung versteht man eine Zusammenfügung zweier oder mehrerer Hölzer in der Weise, daß die Fasern parallel laufen und daß die Oberflächen ganz oder fast ganz in einer Fläche liegen, die eben oder gekrümmt sein kann. Bei dieser Verbindung ist oft ganz besonders auf das Schwinden und Quellen des Holzes (S. 44 etc.) Rücksicht zu nehmen, und danach die Wahl der Verbindungsform zu treffen.

Die Hauptverbindungsformen zu diesem Zwecke sind folgende:

14. Die stumpfe Fuge. Hierbei werden die Bretter etc. an den Kanten genau gerade gehohelt (geföhelt) und in der Regel durch Leim verbunden. In den Fällen jedoch, wo der Leim nicht anwendbar ist, z. B. im Freien oder wo die stumpf geleimte Fuge keine genügende Sicherheit darbietet, wendet man zur festen Vereinigung Dübel oder Zapfen an. — Dübel sind rund hölzerne Stifte, welche in gegenüberstehende Löcher der Bretter so eingeschlagen werden, daß sie in jedem Brette mit der halben Länge stecken. — Unter Zapfen (Clef) versteht man hier länglich vierkantige Holzstücke, welche wie die Dübel so in viereckige Löcher eingeschlagen werden, daß sie halb in dem einen und halb in dem anderen Brette sitzen. Bohrt man dann quer durch die Bretter und Zapfen Löcher und füllt diese mit hölzernen Pflocken aus, so entsteht die Verbindung mit gebohrten Zapfen (*Assemblage à clef*).

15. Die schräge Fuge oder Überfaltung. Unterscheidet sich von der stumpfen Fuge dadurch, daß die zusammenstoßenden Kanten unter einem Winkel von  $45^{\circ}$  abgesetzt sind.

16. Die Überfaltung. Diese Verbindung gleicht der einfachen Verblattung Fig. 432 A.

17. Die Nut und Feder. Diese Verbindungsform (*Assemblage à rainure et languette*, *Groove and tongue-joint*), die am häufigsten Verwendung findet, wird durch Fig. 432 B dargestellt, indem sie aus einem massiven Prisma n (Feder, Languette, *Tongue*) an der Längskante des Stückes b und aus einem Hohlprisma m (Nut, Rainure, *Groove*) an der Kante des Stückes a besteht, welche beide genau zusammenpassen und ein Drittel der Holzdicke einnehmen.

Bei der Verbindung mehrerer Bretter wird in der Regel jedes Brett auf der einen Kante genutet (*Rainé, Grooved*) und auf der zweiten Kante gefedert (*Languetté, Tongued*). Da die mit dem Brette aus einem Stücke bestehende Feder eine so geringe Festigkeit besitzt, daß sie dem Werfen und Schwinden des Holzes selten den gehörigen Widerstand bieten kann, so ist es in den meisten Fällen geratener, die Dielen nur zu nuten und durch besonders angefertigte Federn, welche in die Nuten eingeschoben werden, zu verbinden (eingelegte Feder, *Languette rapportée*), wodurch außerdem der Vorteil entsteht, daß die ganze Breite der Bretter erhalten bleibt. Um die eingelegte Feder zugleich als Mittel gegen das Werfen zu gebrauchen, muß sie so hergestellt werden, daß ihre Fasern diejenigen der Dielen rechtwinklig kreuzen (Einschieber über Hirn, Hirnfeder).

**c) Quer-, Eck- und Kreuzverbindungen.** Als Mittel zu Querverbindungen sind auszuführen:

18. Die Hirnleisten. Diese bilden genutete Leisten, welche so auf die mit Federn versehenen Endkanten eines Brettes geschoben werden, daß die Verbindung das Ansehen einer Zapfenverbindung H besitzt. Sie haben hauptsächlich den Zweck, das Werfen des Holzes zu vermeiden.

19. Die eingeschobenen Leisten. Hierunter begreift man Leisten, welche, wie die Hirnleisten, das Ziehen der Bretter verhindern sollen, aber quer über die Fläche laufen. Sie sind so geformt, wie der doppelte Haken K und werden in ebensolche, in die Holzfläche eingearbeitete Nuten eingeschoben.

20. Die Gratleisten. Diese dienen ebenfalls zur Verhinderung des Ziehens und unterscheiden sich von den eingeschobenen Leisten nur dadurch, daß das eingeschobene Stück die Form des Schwalbenschwanzes (Grat hat) M.

Als Eckverbindungen (Fig. 434) gelten solche, bei welchen die Hölzer mit ihren Enden rechtwinklig zusammengefügt werden, wobei dieselben entweder mit ihren größeren Flächen in eine Ebene zu liegen kommen (z. B. bei flachen Rahmen), oder in zwei rechtwinklig aufeinander stehende Ebenen (z. B. bei Kisten, Schubläden u. dergl.). Zu ihrer Herstellung dienen namentlich folgende Formen:

21. Die stumpfe Gehrung A. Mit Gehrung (*Anglet, Onglet, Biais, Biaisement, Mitre, Mitre*) bezeichnet man diejenige Verbindungsart, bei welcher die Teile unter einem halben rechten Winkel zusammentreten oder auch diesen Winkel selbst (S. 72). Bei der stumpfen Gehrung werden daher die Holzteile a und b nach diesem Winkel durchschnitten und mit den Schnittflächen cd zusammengeleimt oder gestiftet.

22. Die einfache Aufblättung. Die herauf beruhende Verbindung (*Assemblage à demi-bois, A. à moi-bois, Rebating*) ist der in Fig. 433 A angegebenen gleich, nur mit dem Unterschiede der Lage beider Teile, die hier rechtwinklig aneinander stoßen.

23. Die hakenförmige Überblättung oder die Eckverblättung mit Haken. Hierbei wird das eine Holzstück am Ende so hakenförmig ausgearbeitet, wie in Fig. 433 D das Stück a, und das zweite Stück in derselben Weise am Ende quer (wie das Stück b in der Längenrichtung).

24. Die geschlitzte Ecke. Bei dieser Form bekommt das eine Holzstück am Ende einen oder mehrere Einschnitte (*Schlitz, Enfourchement*) wie m, das andere entsprechende einen oder mehrere Zapfen wie n Fig. 432 B, welche genau in die Schlitze passen.

25. Die geschlitzte Ecke mit Gehrung. Des besseren Aussehens wegen werden die oben liegenden Teile oft auf Gehrung abgesetzt, wie Fig. 434 B zeigt, so daß ein Zapfen n und der dazu gehörende Schlitz als rechtwinklige

Dreiecke erscheinen. — Bei gekehlten Arbeitsstücken ist dies Zusammenschlitzen stets auf Gehrung auszuführen.

26. Der abgesetzte Eckzapfen oder die verzapfte Ecke C. Hierbei erhält das eine Stück a ein durchgehendes, viereckiges Loch und das zweite Stück b einen in dieses Loch passenden Zapfen n, der ringsum abgesetzt ist. Da hierbei der Zapfen von vier Seiten eingeschlossen ist und außerdem der den Zapfen umgebende Rand cd (Abgesetzt, Brust, Achsel, Schulter, Brüstung, Arrasement, *Shoulder*) sich gegen das Stück a stützt, so bietet diese Eckverbindung eine größere Sicherheit gegen das Ausbiegen als die Form 4 und 5. — Mitunter soll auf der Rückseite des Stückes a die Hirnfläche des Zapfens n nicht sichtbar sein: kann wird der Zapfen kürzer gemacht und das Loch nicht ganz durchgearbeitet. — Wie eine Gehrung angebracht wird, wenn die Innenseiten profiliert sind, zeigt die Figur C. — Zu dieser Verbindungsform

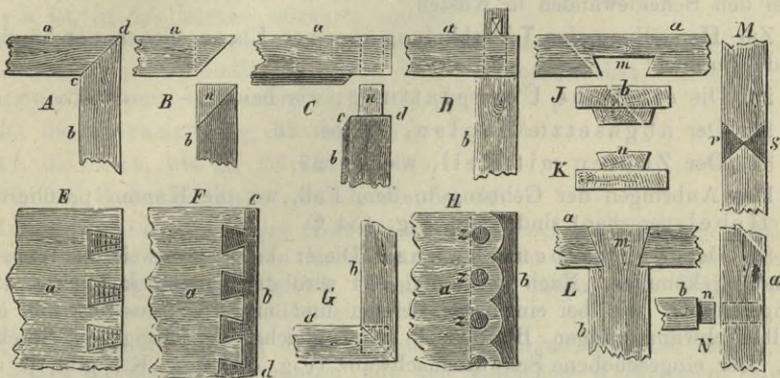


Fig. 434.

gehört auch diejenige, welche in Fig. 444 H dargestellt ist. Die Zapfen z, welche an dem Stücke b sitzen, gehen durch runde Löcher des Stückes a. Konzentrisch diesen Löchern ist der Rand des Teiles a konvex zylindrisch ausgeschnitten und mit diesen bogenförmigen Vorsprüngen in kongruente Vertiefungen an der Hirnseite des zweiten Teiles b eingelegt.

27. Der abgesetzte Eckzapfen mit Keil. Diese Form D unterscheidet sich von C nur dadurch, daß der Zapfen n über a hinausgeht und in dieser Verlängerung ein Loch zur Aufnahme eines Keiles erhält, der die Schulter scharf anzutreiben gestattet und die Bewegung nach allen Richtungen verhindert.

28. Die Zinken (*Queue d'aronde*, *Dove-tail*). Die Zinke ist nichts weiter als ein Schwalbenschwanz, welcher wiederholt an den beiden zu verbindenden Teilen a und b so angearbeitet ist, wie Fig. 434 E zeigt. Man unterscheidet hierbei:

Gewöhnliche Zinken E.

Zinken mit Gehrungskante. Hierbei wird in der oberen Zinke eine Gehrung angebracht, wie bereits unter 21. näher erörtert ist.

Gedckte Zinken. Diese Zinken F sind so ausgearbeitet, daß an dem einen Stücke b eine Platte cd stehen bleibt, welche hier die Zinkenenden des Stückes a überragt und somit verdeckt.

Zinken auf Gehrung G. Bei dieser Verbindung ist die erwähnte Platte c an beiden Teilen a und b angebracht und zwar so, daß die beiden

Deckplatten auf Gehrung zusammenstoßen, wodurch die Verbindungskante mit der Ecke zusammenfällt. In Vereinigung mit den genannten Gehrungskanten entsteht eine Zusammenfügung, an welcher die Zinken nirgends zu sehen sind, die aber langwierig in der Herstellung ist und daher nur bei den feineren Arbeiten Verwendung findet.

Die Kreuzverbindungen können als Eckverbindungen angesehen werden, bei welchen entweder nur das eine Stück sich über die Ecke hinaus verlängert wie ein **T** oder bei welchen beide Verbindungsstücke kreuzweise **+** über- oder durcheinander gehen.

Außerdem sind bei dieser Zusammenfügung zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem die zu verbindenden Teile ganz oder nahezu in einer Ebene liegen, wie z. B. bei einer Reisschiene, bei den Mittelquerstücken an Türrahmen, an Fenstersprossen usw. oder in zwei (recht-)winklig aufeinander stehenden Ebenen, wie bei den Scheidewänden in Kästen.

Zur Herstellung der **T**-Verbindung in einer Ebene dienen am häufigsten folgende Formen:

29. Die einfache Überplattung, wie bei 22.

30. Der abgesetzte Zapfen, wie bei 26.

31. Der Zapfen mit Keil, wie bei 27.

Das Anbringen der Gehrung in dem Fall, wo die Kanten profiliert (mit einem Hobel versehen) sind, zeigt Fig. 434 C.

32. Der Schwalbenschwanz. Dieser kann in zweierlei Weise zur Anwendung kommen. Nach der einen Art wird das Querstück *b* (Fig. 434 J) so eingeschoben wie bei einem Gratleisten und nach der zweiten mit einem schwalbenschwanzförmigen Blatte *n* in eine gleiche Vertiefung des Stückes *a* gelegt. Der eingeschobene Schwalbenschwanz (Fig. 434 J u. K.) gibt, je nachdem er unten oder oben eingeschoben wird, d. h. je nachdem die Brüstung oben oder unten zu liegen kommt, dem Stück *b* entweder den Querschnitt *J* oder den Querschnitt *K*.

Bei der Zusammenfügung nach der **T**-Form in zwei rechtwinklig aufeinander stehenden Ebenen stößt das eine Stück stets mit der Hirnfläche gegen das zweite. Aus diesem Grunde heißt sie auch die Verbindung über Hirn.

Zur Hervorbringung dieser Verbindungen sind folgende Formen am häufigsten in Gebrauch:

33. Die Nut und Feder. Hierbei erhält das eine Stück eine quer über die Fläche laufende Nut und das zweite am Hirnende eine in die Nut einpassende Feder, so daß Fig. 433 B auch diese Verbindung vergegenwärtigt.

34. Die dreieckige Nut. Diese Form unterscheidet sich von 33 nur dadurch, daß in dem einen Teile statt der viereckigen Nut eine dreieckige Furche und an dem zweiten Teile statt der Feder eine doppelte (keilförmige) Abschrägung vorhanden ist.

35. Der Zapfen. Diese Form stimmt vollständig mit dem abgesetzten Zapfen 26 (Fig. 434 C) überein, nur daß gewöhnlich an dem einen Stücke *b* mehrere Zapfen, und dem Querstücke *a* ebensoviel Zapfenlöcher angebracht werden müssen.

36. Der Grat. Das eine aufrechtstehende Stück *a* erhält, wie Fig. 434 J verdeutlicht, über die Fläche quer hinlaufend einen eingeschnittenen Grat *m*, das zweite einen angestoßenen Grat *n* (Fig. 434 K), welcher in die erstere eingeschoben wird. Da diese Verbindung auf den Grat die sicherste

bei den Querverbindungen ist, so wird sie in allen Fällen verwendet, wo es auf Sicherheit und Festigkeit ankommt.

Bei den eigentlichen Kreuzverbindungen für Sprossen- und Rahmenwerk findet die Zusammenfügung gewöhnlich durch folgende Formen statt:

37. Die Überblattung. Jedes Stück wird auf der Vereinigungsstelle in der halben Dicke mit einem Einschnitte versehen, dessen Breite gleich ist der Breite des zweiten Teiles.

38. Die Überkämmung. Diese Form ist von der vorhergehenden 37 dadurch verschieden, daß in jedem Teile, wie Fig. 434 M zeigt, statt eines viereckigen Ausschnittes zwei dreieckige r und s eingearbeitet werden.

39. Die Verzapfung (Fig. 434 N). Hierbei geht das eine Stück a als Ganzes durch, während das zweite Stück b in zwei Teile zerschnitten wird, wovon jedes mit einem Zapfen n, dessen Länge gleich der halben Breite des Stückes a ist, in das letztere seitwärts eintritt.

Die Kreuzverbindungen zur Bildung von Scheidewänden werden in der Regel ebenfalls so hergestellt, daß eine Wand ununterbrochen durchläuft und die Querwände damit verbunden werden durch:

- 40. die Verzapfung, wie bei 39,
- 41. die Nut, wie bei 34 und
- 42. den Schwalbenschwanz, wie bei 36.

Im allgemeinen ist zu den Holzverbindungen noch zu bemerken, daß dieselben sehr oft zu einer festeren Vereinigung gebracht werden, indem man sie an den Berührungsflächen zugleich verleimt, oder indem man Nägel durchschlägt, Schrauben einbohrt, Dübel einsteckt usw.

Die häufige Anwendung dieser Zusammenfügungen, und der Grund, daß einige hierzu verwendete Formungen mit den einfachen Werkzeugen (Meißel, Säge, Hobel) sich nur langwierig herstellen lassen, hat die Ausbildung besonderer Werkzeuge und Spezialmaschinen verursacht, welche in Kürze hier angeben werden mögen.

Es genügt dabei ebenfalls die Berücksichtigung der Grundformen Falz, Zapfen nebst Nut und Schwalbenschwanz.

Ist der Falz kurz (Blatt), z. B. bei der Längenverbindung 8 S. 485, so wird er durch die Säge hergestellt, welche einmal parallel und dann quer gegen die Fasern auf die verlangte Tiefe einschneidet. Lange Falze zur Vereinigung von Brettern in der Breite jedoch müssen gehobelt werden, wozu man sich des Falzhobels S. 276 ohne und mit Vorschneider bedient, je nachdem Langholz oder Querholz zu bearbeiten ist.

Die Herstellung der Zapfen und der Zapfenlöcher oder Nuten ist auch verschieden, je nachdem diese Formungen geringere und größere Dimensionen haben. — Die eigentlichen Zapfen werden entweder mit einer Handsäge, wie das Blatt oder auch oft mittelst Kreissägen und Fräsen erzeugt. Die Kreissägen sind dann zweckmäßig folgendermaßen angeordnet. Zwei Kreissägen sitzen auf einer vertikalen Welle um die Dicke des Zapfens voneinander entfernt: sie schneiden das Holz an der Hirnseite um die Länge des Zapfens ein. Sodann sind noch zwei Kreissägen auf zwei horizontalen Wellen vorhanden: diese schneiden das Holz auf beiden Seiten quer bis zum Zapfen ein, wodurch die prismatischen Eckstücke herausfallen. — Die Fräsen werden auf zweierlei Weise in Anwendung gebracht. Einmal so wie bereits S. 341 bei der Zapfenschneidmaschine beschrieben. Zweitens findet man oft zwei Fräsköpfe auf zwei horizontalen Wellen, zwischen welchen das Holzstück durch-

geschoben wird<sup>1)</sup>. — Die Zapfenlöcher werden entweder ausgestemmt mit dem Stemmzeug S. 267 oder der Stemmaschine S. 293 oder ausgebohrt mit der Holzlanglochbohrmaschine S. 345.

Zur Hervorbringung der Nut und Feder (Spund) bedient man sich der Nutfeder- oder Spundhobel S. 278 und außerdem, bei Großbetrieb, der Nut- und Federmaschinen<sup>2)</sup>, welche Kreissägen oder Fräsen als erbeitende Werkzeuge haben. — Bei Anwendung dieser Werkzeuge zum Nuten sind folgende Methoden üblich. — 1. Die Kreissäge steckt schief auf der Achse<sup>3)</sup> (Taumelsäge, S. 324). In diesem Fall erhält das an der Kreissäge entlang geführte Arbeitsstück eine Nut, deren Breite gleich ist dem Abstände der beiden äußeren Sägekanten, welcher durch die Projektion gemessen werden kann. Damit die Tiefe des Einschnittes überall gleich wird, muß die Säge je nach dem Grade der Schiefstellung mehr oder weniger elliptisch sein. — 2. Die Kreissäge besitzt an dem Rande eine Dicke, welche gleich der Nutbreite ist. — 3. Statt der Säge wendet man eine Fräse von der Form B, Fig. 348, S. 329 oder einen Fräskopf mit entsprechend schmalen Messern an. In diesen drei Fällen ist es bequem, das arbeitende Werkzeug, das sich mit 1000 bis 2000 Umdrehungen in der Minute bewegt, auf eine vertikale Spindel zu stecken, also zum Betriebe eine Fräsmaschine Fig. 354 u. dgl. zu benutzen. — 4. Beim Nuten auf Querholz z. B. zum Einschleiben von Leisten S. 486 und in dem Fall 33 S. 488 auf Eisenbahnschwellen usw., sowie auf fladerigem Holze S. 39 würden die eben genannten Werkzeuge die Seitenflächen der Nut nicht sauber genug abarbeiten. Daher ist hier eine Anordnung sehr empfehlenswert, welche in zwei Kreissägen besteht, die um die Nutbreite voneinander auf einer Welle sitzen und einen Fräskopf mit Messern zwischen sich haben. — Da die Herstellung der Federn auf die Bildung zweier Halbnuten, die an den Seiten der Federn liegen, zurückgeführt werden kann, so ist leicht zu erkennen, daß die eben genannten Werkzeuge zum Nuten, auch zum Federn zu verwenden sind. — Desgleichen dienen sie in allen Fällen, wo mehrere Nuten und Federn auf einmal hergestellt werden sollen, indem man eine größere Zahl 3 bis 6 derselben auf einer Welle nebeneinander anbringt. Dadurch ist auch zugleich die Möglichkeit geboten, eine größere Anzahl Bretter gleichzeitig zu spunden.

Größere Schwierigkeit in der Erzeugung bietet der Schwalbenschwanz und seine Abarten (Grat, Zinke) wegen der schief gestellten Flächen. Der einfache Schwalbenschwanz (Fig. 432 C, also auch die ordinäre Zinke kann zwar leicht hergestellt werden durch zwei schräg liegende Sägeschnitte und Abtrennen des Holzprismas durch Ausstemmen oder Aussägen mit einer Stichsäge, allein diese Arbeit ist da, wo es sich um die Anfertigung einer großen Anzahl dieser Verbindungsform handelt, z. B. in Kistenfabriken, viel zu langwierig. Hier wendet man daher Maschinen (Zinkenschneidmaschinen<sup>4)</sup>, *Dove-tailing machine*) an, welche in zwei verschiedenen Systemen konstruiert sind, je nachdem die Fräse oder die Säge als arbeitendes Werkzeug angewendet wird. Bei der Zinkenfräsmaschine ist das Werkzeug verschieden, je nachdem die Zinkenschlitze oder die Zinkenzapfen erzeugt werden sollen. Zu den Zinkenschlitzen hat die Fräse die Gestalt eines abgestumpften Kegels mit Messern,

<sup>1)</sup> Exner, Werkzeuge etc. — Richards, Wood-working machines S. 259. — <sup>2)</sup> Hütte, 1863, Taf. 35. — Publ. ind., Bd. 20, S. 526. — Dinglers Journ. 174, 249 und 330. —

<sup>3)</sup> Wiebe, Skizzenb., 1872, Heft 83, Bl. 5. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1857, S. 163; 1867, S. 734. — <sup>4)</sup> Exner, Werkzeuge etc. — Richards, Wood-working machines S. 268. — Wiebe, Skizzenb., 1870, Heft 68. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1867, 369; 387. — Prakt. Masch.-Konstr. 1869, S. 104; 1870, S. 204; 1876, S. 190; 1880, S. 20. — Dinglers Journ. 175, 3; 183, 13; 187, 185; 188, 169; 193, 177; 214, 174; 228, 213; 231, 205; 235, 337; 239, 264; 267, 435; 277, 313.

welche nach dem Prinzip der Langlochbohrer Fig. 357 D und F S. 345 konstruiert sind. Zu den Zinkenzapfen dahingegen haben die nach demselben Prinzip gebildeten Fräsen eine zylindrische Gestalt. Die Zinkenschlitze werden nun einfach dadurch erzeugt, daß eine Reihe Kegelfräsen, welche sich in schneller Drehung befinden, an der Brettkante niedergeht. Zur Herstellung der Zinkenzapfen wird desgleichen eine Reihe Zylinderfräsen senkrecht niedergelassen, denen man das auszufräsende Brett zweimal unter einer Neigung darbietet, welche den Winkeln der Fräszapfen entspricht, z. B. unter  $60^\circ$  und  $120^\circ$ , oder unter  $45^\circ$  und  $135^\circ$  gegen die Bewegungsrichtung der Fräsen, wenn dieser Winkel  $60^\circ$  oder  $45^\circ$  beträgt.

Die Zinkenschneidmaschinen des zweiten Systems besitzen als Werkzeug eine eigentümliche Säge, eine Vereinigung der Kreissäge mit einer Zylindersäge, S. 291, wovon die Kreissäge die Einschnitte und die Zylindersäge die Querschnitte macht, so daß das Holzstück als Ganzes herausfällt. Die aus den Segmenten gebildete Kreissäge ist zunächst zur Hälfte exzentrisch gezahnt und zwar so, daß die Zahnlinie an einem Ende um 10 bis 15 mm weiter von der Drehachse absteht als an dem anderen Ende. An diese Säge schließt sich nun an der Stelle der größten Entfernung von dem Drehpunkte eine Zylindersäge an, welche durch Umbiegen des Randes der Kreissäge in die Zylinderfläche gebildet ist und die zweite Hälfte des Sägeblattes einnimmt. Der erste halbe Umgang der Säge erzeugt daher den Einschnitt und der zweite den Querschnitt. In der Regel arbeiten nun zwei solche Sägen zusammen. In diesem Fall sitzen sie auf zwei Wellen, welche in der Horizontalebene so gegeneinander geneigt sind, daß die Sägen unter demselben Winkel gegeneinander stehen, unter welchem die Seiten der Zinkenschlitze konvergieren. Auf den zugekehrten Flächen sind die Sägen sodann als flache Kegelhäder gezahnt und miteinander in Eingriff gebracht. — Neuerdings hat man nach demselben Prinzip Handsägen zum Ausschneiden der Zinken konstruiert (*Dove-tail saw*).

Sind die schwalbenschwanzförmigen Nuten lang wie beim Grat (20 S. 486 oder 36 S. 488), so werden sie seltener mit Maschinen, gewöhnlich mit der Hand hergestellt. Man gebraucht dazu die Gratsäge S. 301 zum Einschneiden der schrägen Seiten und den Grundhobel S. 279 zum Ausarbeiten des dazwischen stehenden Holzteiles. — Der Grathobel S. 279 dient sodann zur Herstellung der schwalbenschwanzförmigen Feder.

## V. Verbindung durch Nägel, Dübel, Nieten, Schrauben und Keile.

Die Vereinigung zweier oder mehrerer Stücke zu einem Ganzen kann ferner mit Hilfe besonderer (dritter) Teile bewerkstelligt werden. Diese Verbindungsart ist um so wichtiger, als sie auch solche Zusammenfügungen, bei welchen eine Beweglichkeit oder wiederholt eine Trennung beabsichtigt wird, d. h. Gelenk- und lösbare Verbindungen, leicht auszuführen gestattet. Im allgemeinen wird sie dadurch hergestellt, daß man die zu verbindenden Stücke mit Löchern versieht und die verbindenden Teile so durch oder in diese Löcher steckt, daß sie zum Teil in dem einen, zum Teil in dem anderen Stücke sitzen. Die verbindenden Teile, welche Nägel, Nieten, Schrauben oder Keile sind, sitzen dann in den Löchern entweder durch Reibung fest oder sie halten dadurch die einzelnen Stücke zusammen, daß sie außerhalb der Löcher Verdickungen (Köpfe, Têtes, *Heads*) erhalten.

### A. Nageln (Clouer, *Nailing*).

Bei dieser Verbindungsart, welche nur bei Holz Anwendung finden kann, entweder um Holz mit Holz, oder Metall auf Holz zu befestigen, werden Nägel (Clou, *Nail*) aus Metall (Eisen oder Messing, selten Kupfer oder Zink) oder Holz (Dübel, Dibbel, Dübbel, Döbel, Dippel, Cheville, Goujon, Gougeon, *Dowel*, *Treenail*, *Trenail*, *Trennel* S. 269) mehr oder weniger gewaltsam in das Holz eingetrieben.

Um dieses Eintreiben zu ermöglichen oder zu erleichtern und um die Gefahr des Spaltens zu vermeiden, werden Löcher in dem Holze vorgebohrt, die jedoch im Durchmesser stets kleiner sein müssen als die Nägel oder Dibbel, damit diese sich kräftig einkeilen. Für Metallnägeln sind diese Löcher nur so weit zu bohren, daß ihre Durchmesser etwa zwei Drittel, für Holznägel etwa fünf Sechstel von der größten Dicke der Nägel betragen. — Für kleinere Nägel aus Metall (Drahtstifte) werden oft entweder gar keine Löcher vorgebohrt, oder nur mit einem schmalen, scharfen, meißelartigen Werkzeug die Fasern des Holzes quer abgestochen. — Beim Einschlagen feuchtet man gern die Nägel ein wenig an (indem man sie z. B. durch den Mund zieht), um das Gleiten zu begünstigen und ein geringes, das Festhalten beförderndes Rosten zu veranlassen. — Dübel werden deshalb in Leimwasser getaucht.

Die verschiedenen Größen der Holzverbindungen fordern natürlich eben so viel verschiedene Größen der Nägel, so zwar daß die gewöhnliche Größe etwa zwischen 230 mm Länge mit 9 mm Dicke und 10 mm Länge mit 1,5 mm Dicke liegt. Die gebräuchlichsten Größen sind folgende:

Schiffnägel, Mühlennägel, Sparrennägel 120 bis 300 mm lang und 10 bis 20 mm dick.

Bodennägel, Fußbodennägel (Clous à parquet, Cl. à plancher, *Brads*), 96 bis 110 mm lang und 4 bis 5 mm dick.

Lattennägel (Clous à lattes, *Lath nails*), 84 bis 99 mm lang und 3,5 bis 4,0 mm dick.

Halbe Lattennägel, etw 70 mm lang und 3,6 mm dick.

Brettnägel, Dielennägel, Spundnägel, Verschlaggnägel (Clous à plancher, Cl. à madrier, *Plank nails*), 66 bis 70 mm lang und 3 mm dick.

Halbe Brettnägel, 50 mm lang und 3 mm dick.

Schindelnägel, 50 bis 75 mm lang und 3 mm dick.

Schloßnägel, 36 bis 42 mm lang und 2 bis 2,5 mm dick.

Halbe oder kleine Schloßnägel, Rahmennägel, 25 mm lang und 2 mm dick.

Die Köpfe der Nägel sind gewöhnlich aus 4 bis 8 flach liegenden Flächen gebildet (rundköpfig), mitunter aber mit zwei umgebogenen Lappen versehen, die in das Holz eingetrieben werden (gescherte Nägel). Auch halbrunde und zylindrische Köpfe kommen vor. — Der Querschnitt des Schaftes ist in der Regel quadratisch, oft auch rund; im ersten Fall werden die Nägel aus Nageleisen, S. 212, im zweiten Fall aus Rundeisen geschmiedet (geschmiedete Nägel) oder kalt mit Maschinen aus Blech geschnitten (geschnittene Nägel) oder aus quadratischen oder rundem Drahte hergestellt (Drahtstifte, Drahtnägel, Clous d'épingle, Pointes de Paris, *Wire tacks*).

Da es wichtig ist, die Gewichte der Nägel mit ihren Dimensionen zu wissen, so mag dazu folgende Tabelle angereicht werden.

Zahl der Nägel auf 20 kg	Rundköpfige		Gescherte	
	Länge	Dicke	Länge	Dicke
250	230 mm	9 mm	220 mm	9 mm
375	195 "	7 "	190 "	9 "
500	165 "	6 "	170 "	6 "
1000	130 "	5 "	135 "	5 "
2000	100 "	4 "	100 "	4 "
3000	80 "	4 "	80 "	4 "
4000	60 "	3,5 "	70 "	3,5 "
6000	50 "	3 "	60 "	3 "
12000	40 "	2,5 "		
16000	30 "	2,0 "		
27000	22 "	1,5 "		
56000	15 "	1,5 "		
70000	10 "	1,5 "		

Die zylindrischen Nägel gestatten wegen ihrer einfachen Gestalt die Bestimmung des Gewichtes für eine bestimmte Anzahl Nägel oder die Bestimmung der Anzahl Nägel auf ein bestimmtes Gewicht nach einer einfachen Formel. Ist nämlich P das Gewicht für 1000 eiserne Nägel, d der Durchmesser und l die Länge eines Nagels in Millimetern, so ist genau genug

$$P = \frac{d^2 l}{162}$$

Hiernach ergibt sich z. B. für Nägel, die aus Rundeisen geschmiedet sind und für Drahtstifte folgende Skale:

Zahl auf 20 kg	Länge in mm	Durchmesser in mm	Zahl auf 20 kg	Länge in mm	Durchmesser in mm
100	300	10,0	6000	72	2,8
200	260	8,5	8600	65	2,5
235	230	8,0	9500	60	2,5
360	200	7,0	16000	50	2,0
430	165	6,7	27400	45	1,6
800	144	5,4	50000	32	1,4
1250	130	4,5	80000	26	1,3
2000	105	4,0	200000	20	0,9
			480000	10	0,9

### B. Nieten (River, Riveting).

Unter Nietungen, Vernietungen begreift man im engeren Sinne die Verbindung plattenförmiger Arbeitsstücke mit Hilfe der Niete (Rivets, Rivets), im weiteren Sinne auch auch diejenigen Zusammenfügungen, bei welchen ein nietförmiger Ansatz des Arbeitsstückes durch eine Öffnung des anderen gesteckt und durch Stauchen dieses Ansatzes befestigt wird. Man kann demnach ein mittelbares und ein unmittelbares Zusammennieten unterscheiden.

Die Niete (Nietnägeln, Nietbolzen) sind zylindrische (selten prismatische, mitunter in der Längenrichtung hohle) Körper aus demselben Metalle wie das Arbeitsstück, welche nach der Einbringung an beiden Enden durch Stauchen verbreitert sind, damit sie nicht nur am Ausfallen verhindert werden, sondern auch in den meisten Fällen die Arbeitsstücke zusammenpressen. — Nur wenn durch Niete Gelenkverbindungen hergestellt werden sollen, wie an Scheren, Zangen, Scharnieren, Gelenkketten (in Federuhren, Gallesche Kette, an Ketten-

brücken etc.) müssen die Verbindungsstücke einen die Bewegung gestattenden Spielraum zwischen sich behalten. — Gewöhnlich wird das Niet vor dem Gebrauch schon mit einem Kopf (Setzkopf) versehen, während der zweite, zum Schließen der Nietung dienende Kopf (Schließkopf), erst gebildet werden kann, wenn der Nietnagel in dem Arbeitsstücke sitzt. Die Anfertigung solcher Nietnägel geschieht stets durch Anstauchen des einen Endes mittelst Hammerschläge oder Anpressen, und zwar bei kleinen Nieten aus kurzen Drahtstücken kalt, bei großen aus Stangenabschnitten in der Glühhitze. Im ersten Fall klemmt man das Drahtstück zwischen die Backen eines kleinen Schraubstockes oder einer besonderen Kluppe (Nietkluppe), so daß ein zur Bildung des Kopfes erforderliches Stück frei steht, und schlägt dieses breit. Im zweiten Fall bedient man sich zum Festhalten eines Nageleisens (S. 212) oder eines Nietambosses, welcher aus einem gewöhnlichen Ambosse besteht, der auf der Bahn eine Vertiefung besitzt, in welche Stahlklötze von der Einrichtung eines Nageleisens und, je nach der Größe des Nietes, verschieden eingesenkt werden. Zum Ausstoßen des fertigen Nietes ist dann in oder unter dem Ambosse ein Hebel angebracht, der mit dem Fuße bewegt wird<sup>1)</sup>. Die saubere Ausbildung des Kopfes, welcher gewöhnlich die Form eines Kugelabschnittes, mitunter auch die eines Kegels hat, kann schließlich nur mit Kopfstempeln erreicht werden.

Zur Bildung des Kopfes an größeren Nieten eignen sich vorzüglich die kleinen mechanischen Hämmer, namentlich der Federhammer (S. 171) und der Tritthammer (S. 161), wenn die Hammerbahn zugleich den Kopfstempel enthält.

Für den größeren Bedarf werden die Niete übrigens fast ausschließlich auf besonderen Nietemaschinen, *Rivet making machine*<sup>2)</sup> hergestellt. Das arbeitende Werkzeug derselben ist ein Nietestempel mit einem Nageleisen. Der Nietestempel erhält eine genügend kräftige Bewegung entweder durch eine stoßende Masse (Fallwerk, Hämmer etc.) oder zweckmäßiger durch ein Druckorgan. Man wendet dann einen Hebel, Exzenter, Kniehebel, Schrauben oder hydraulische Vorrichtungen an (Nietenpresse). — Von einer Nietkopfpresse mit Hebelantrieb gibt die in Fig. 298, S. 260 dargestellte Lochmaschine ein deutliches Bild, indem dieselbe wirklich dadurch in eine Nietpresse verwandelt werden kann, daß man an Stelle des Lochstempels a einen Nietestempel, und der Lochmatrize ein entsprechendes Nageleisen einsetzt. — Desgleichen ist an der Schmiedemaschine (S. 178) die Anordnung leicht zu erkennen, welche getroffen wird, wenn ein Kreisexzenter als Antriebsorgan verwendet wird, indem man sich auch hier bei c nur den Kopfstempel und bei u die Nietmatrize vorzustellen braucht.

Die fabrikmäßige Anfertigung der Niete erfolgt vorzugsweise mit Hebel- oder Exzenterpressen in Verbindung mit Vorrichtungen, welche ein sehr schnelles Ausstoßen des fertigen Nietes aus der Nietmatrize und ein ebenso schnelles Einlegen eines frischen Nietschaftes gestatten. Sehr gebräuchlich ist dazu eine runde gußeiserne Scheibe M (Fig. 445), [Matrizenscheibe]<sup>3)</sup>, welche auf der Peripherie eine Anzahl, z. B. 8, Matrizen hat und sich absetzend oder stetig um eine horizontale Achse A 5 mal in der Minute dreht. Gegen dieselbe bewegt sich radial der Kopfstempel B in der Weise, daß derselbe

<sup>1)</sup> Berl. Verh. 1849, S. 77. — Wiebe, Masch.-Baum. S. 437. — <sup>2)</sup> Publ. ind. Bd. 5, S. 77; Bd. 15, S. 207; Bd. 26, S. 309. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1858, S. 118; 1890, S. 107, 1326; 1893, S. 390. — Prakt. Masch.-Konstr. 1870, S. 291; 1876, S. 178. — Dinglers Journ. 208, 341; 270, 396. — <sup>3)</sup> Mitt. d. Hann. Gew.-Ver. 1862, S. 224. — Ziviling., Bd. 9, S. 217. — Dinglers Journ. 174, 334; 208, 341.

einen Moment mit der Scheibe mitgeht und im letzten Augenblicke des Druckes am kräftigsten angepreßt wird. Zu dem Zwecke sitzt B in dem Halter C und dieser lose auf dem Kurbelzapfen D der Welle. Auf der Stirnfläche des Zapfens D ist eine exzentrische Scheibe a durch Schrauben befestigt, auf der die Rolle b des Winkelhebels b e d ruht. In dem Augenblicke, wo die Rolle b auf den größten Halbmesser von a gelangt, schiebt das in C eingreifende Ende d gewaltsam den Stempel B vor. Durch die Blattfeder e wird der Hebel gegen die Scheibe a und zugleich der Nietstempel nach oben gedrückt, um einem mittlererweile vorrückenden Nietbolzen auszuweichen, welcher bei G in die Matrize gesteckt wird. Zum Auswerfen des durch einen Stoß fertig gewordenen Nietes dienen Stahlzylinder, welche in den Nietmatrizen sitzen und zugleich den auf das Niet ausgeübten Druck aufnehmen. Diese Stahlzylinder stützen sich nämlich gegen einen starken, innerhalb der Matrizenscheibe exzentrisch fest sitzenden Zylinder H, dessen größte Exzentrizität nach unten gerichtet ist, und werden daher, durch die Matrizenscheibe mitgenommen, bei einer halben Umdrehung derselben radial auswärts gedrängt, wobei sie die Niete vor sich her aus der Matrize schieben; während der zweiten Hälfte der Umdrehung treten sie dann wieder nach innen zurück. Bemerkenswert an dieser Maschine ist noch, daß sie durch eine Schere von Rundeisen abgeschnittenen Nietschäfte mit der Hand in die Matrizen eingesteckt werden und daß des bequemen Handhabens wegen der Stempel  $22\frac{1}{2}$  Grad gegen den Horizont geneigt angeordnet ist.

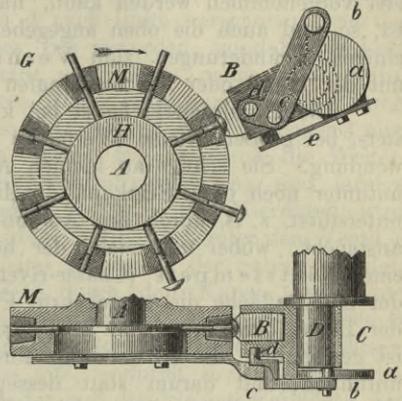


Fig. 435.

Die bereits S. 177 und 260 erwähnten Eigentümlichkeiten des Kniehebels lassen diesen auch für Nietenpressen als ein vorzügliches Druckmittel erkennen und verwenden. Die Anordnung kann dann nach dem Prinzip der Kniehebelpressen S. 177 ausgeführt werden. Seltener wird die Schraube oder gespannter Dampf als Druckmittel an Nietemaschinen gebraucht. Neuerdings kommen auch zur Anfertigung der Niete hydraulische Maschinen in Anwendung, deren Konstruktionsprinzip mit demjenigen der S. 497 zu erwähnenden hydraulischen Vernietmaschinen übereinstimmt. Um die Nietköpfe sehr sauber herzustellen, und namentlich von dem Grate zu befreien, ist eine besondere Maschine (Nietenputzmaschine, *Rivet head dressing and cropping machine*) konstruiert, deren Hauptteil in einem scherenartig wirkenden Hohlzylinder, ähnlich der Lochscheibe einer Durchbruchmaschine besteht, durch welchen man das Niet gehörig zentriert durchdrückt.

Wenn zwar die kleineren Niete aus hartem Metalle (Eisen) und auch größere aus weichem Metalle (Kupfer) in kaltem Zustande zu prägen sind, so müssen doch die größeren Niete aus Eisen sowohl bei der Herstellung, als der Anbringung, aus S. 144 angegebenen Gründen, stets in glühendem Zustande verarbeitet werden. Zum Erhitzen der Niete dienen entweder die gewöhnlichen Schmiedeeisen (S. 148) oder die transportablen Schmieden (S. 146) oder auch besondere Nietenglühöfen. Unter den letzteren ist ein Ofen erwähnenswert<sup>1)</sup>,

<sup>1)</sup> Prakt. Masch.-Konstr. 1873, S. 69. — Dingers Journ. 165, 183.

der so eingerichtet ist, daß die Niete nicht direkt mit dem Brennmaterial in Berührung kommen, indem sie nur in Löcher gesteckt werden, die sich in den aus feuerfesten Steinen gebildeten Wänden eines Feuerraumes befinden.

Da das Anstauchen des zweiten Nietkopfes, des Schließkopfes, im Grunde genommen von der Herstellung des Setzkopfes nur dadurch abweicht, daß es erst vorgenommen werden kann, nachdem das Niet durch das Loch gesteckt ist, so sind auch die oben angegebenen Mittel zur Bildung des Setzkopfes mit einigen Abänderungen zum Vernieten anwendbar, das demnach ebenfalls mit der Hand oder mit machinalen Vorrichtung vorgenommen wird.

Die Handnieterei findet bei kleinen Niete (an Mechaniker-Arbeiten etc.) stets, bei großen Niete (Vernieten von Dampfkesseln etc.) noch sehr oft Anwendung. Sie erfolgt an kleinen Arbeiten in der Weise, daß man das Niet, mitunter noch ohne Setzkopf, durch das Arbeitsstück steckt, an einem Ende unterstützt, z. B. durch den Amboß, und das freie Ende durch Hammerschläge anstaucht, wobei man sich, der besseren Ausbildung des Kopfes wegen, oft eines Nietstempels (Chasse-rivet, Bouterolle, *Riveting-set*) bedient, der auf der Aufsetzfläche die umgekehrte Form des Nietkopfes enthält und direkt mit der Hand oder an einem Stiele gehalten wird. — Bei großen Arbeitsstücken ist gewöhnlich die Anwendung eines feststehenden Ambosses unbequem oder untunlich, und darum statt dessen ein bewegbares, den Amboß vertretendes Werkzeug in Gebrauch, welches beim Vernieten gegen das eine Nietende gehalten wird (Vorhalter) und gewöhnlich die Form eines Setzhammers (S. 182) oder einer Keule besitzt. Da das Gewicht des Zuschlaghammers zum Stauchen der eisernen Niete von 25 bis 30 mm Schaftdurchmesser 4 bis 4½ kg beträgt das Gewicht des Vorhalters 10 bis 15 mal größer, als 40 bis 60 kg sein muß, und da dieses Gewicht von einem Arbeiter nicht lange ohne Ermüdung gehalten werden kann, mehrere Arbeiter aber sich oft im Wege stehen, so ist es sehr empfehlenswert, den Vorhalter entweder an eine Kette zu hängen, oder durch einen Bock zu unterstützen. Dieser Bock muß je nach dem Arbeitsstücke höher oder tiefer gestellt werden können und ist daher sehr zweckmäßig wie eine Wagenwinde mit Zahnstange oder Schraube und breitem, dreieckigem Fuße eingerichtet (Nietwinde). Der Kopf an der Stange oder Schraube ist sodann für das Auflegen des Vorhalterstieles besonders eingerichtet.

In neuerer Zeit ist mit großem Erfolg an die Stelle des mit den Armen geschwungenen Zuschlaghammers ein Niethammer getreten, der aus einem in einem

Zylinder sich bewegenden Kolben besteht, der mittelst Druckluft von 6 Atm. Spannung in Tätigkeit gesetzt mit etwa 1200 Schlägen in der Minute auf den Nietstempel stößt und damit die Nietung schnell und vollkommen ausführt. Der mit Handgriff versehene Niethammer braucht dabei nur von einem Arbeiter gegen das Niet

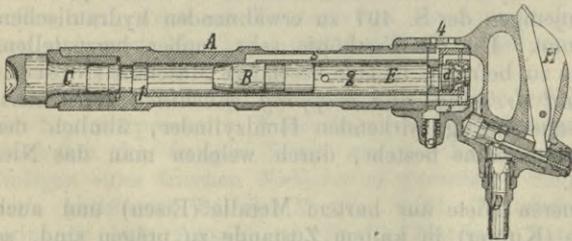


Fig. 436.

gehalten zu werden, das durch einen Vorhalter gestützt wird. Von den zahlreichen Ausführungen dieses Niethammers, die sich wesentlich nur durch die Steuerung unterscheiden, mag die durch Fig. 446 im Längsschnitt dargestellte zur Erklärung genügen. In dem mit Handgriff H verbundenen Zylinder A befindet sich der verschiebbare und auswechselbare Nietstempel C, welcher auf

den Nietschaft aufgesetzt und durch den ebenfalls in A beweglichen Schlagkolben B durch Schläge in Wirkung gesetzt wird. Zur Betätigung des Kolbens B dient Preßluft, welche aus dem Luftbehälter mittelst Schlauch durch das Rohr D in den Steuerapparat eintritt, wenn das in dem Handgriff H angebrachte Einlaßventil geöffnet ist. Zur Steuerung dient ein Steuerkolben d, der sich durch die Preßluft bewegt. In der gezeichneten Stellung ist infolge des Luftdruckes auf die kleinere Fläche der Kolben d nach links verschoben und damit die oberste Ringnut des Ventilgehäuses frei geworden, so daß die Luft durch den Kanal 1 unter den Kolben B tritt und diesen nach rechts treibt. Hierbei tritt die vom vorigen Schläge in dem Raum E vorhandene Luft durch den Seitenkanal 2, den Raum 3 um den Steuerkolben und die Bohrlöcher 4 aus, bis der Kolben B den Kanal 2 abschließt. Dann erfolgt durch die Weiterbewegung des Kolbens B in dem Raum E eine Luftverdichtung und infolge dessen eine Verschiebung des Steuerkolbens d nach rechts. Hierdurch wird die Luftzufuhr durch den Kanal 1 abgeschnitten, dahingegen unter dem Ventil d durch unmittelbar in den Zylinder E geleitet, wodurch der Schlag erfolgt, während zugleich die Luft zwischen B und C, durch den Kanal 1 sowie die Kanäle 3 im Ventilgehäuse und die Bohrungen 4 entweicht. Sowie der Kolben B mit der Oberkante dann den Kanal 5 freigibt, strömt die Luft durch diesen Kanal und die Bohrlöcher im Ventilgehäuse aus, wodurch der Luftdruck im oberen Zylinderraum so plötzlich sinkt, daß der auf der kleinen Endfläche des Steuerkolbens d lastende Druck der Preßluft diesen Kolben wieder nach links schiebt und das Spiel wiederholt. — Zu diesem Preßluftniethammer gehört auch ein Preßluftgegenhalter, welcher der Hauptsache nach aus einem mit Luftzuführungsschlauch versehenen Hohlzylinder besteht, in welchem sich unter dem Drucke der Preßluft ein mit dem Gegenstempel ausgestatteter Kolben befindet, so daß die Stöße von der Luft aufgenommen werden. — Mit dem beschriebenen Niethammer ist man imstande, in etwa 5 bis 6 Sekunden ein Niet zu schließen.

Statt der Handwerkzeuge zum Vernieten werden vielfach Vernietmaschinen<sup>1)</sup> (Nietmaschine, Maschine à river, *Riveting machine*) vorgezogen, weil diese nicht nur schneller und vorteilhafter, sondern auch mit wenig oder gar keinem Geräusche arbeiten. Dieselben bestehen wie die Nietmaschinen dem Wesen nach aus zwei Stempeln, wovon der eine als Vorhalter dient (Nietpfanne) und in der Regel fest steht, während der zweite sich um eine bestimmte Größe und mit einer Kraft bewegt, welche die Stauchung herzustellen vermag und daher namentlich von der Dicke des Nietschaftes und der Beschaffenheit des Materials abhängt. Gewöhnlich gibt man bei Kesselvernietungen etc. dem Schließkopf eine Höhe von 0,6 oder 0,8 d, wenn d den Nietdurchmesser bezeichnet, so daß der zylindrische Teil, welcher in einen Schließkopf verwandelt werden soll, eine Länge von 1,4 oder 1,7 d haben muß. Die Stempelbewegung beträgt daher

(1,3—0,6) d oder (1,7—0,8) d, also 0,7 oder 0,8 d,

also für sehr starke Niete von 25 mm Dicke 17,5 oder 22,5 und von 30 mm Dicke 21 oder 27 mm, wonach die Bewegungsorgane einzurichten sind.

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1886, S. 478, 614; 1898, S. 884; 1900, S. 1801; 1901, S. 1751. — Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 26; 1874, S. 95; 1878, S. 129. — Armengaud, Publ. ind., Bd. 1, S. 406; Bd. 4, S. 2333; Bd. 8, S. 174; Bd. 26, S. 309; Bd. 27, S. 441. — Dinglers Journ. 220, 404; 224, 33; 229, 505; 230, 101; 231, 306; 236, 462; 238, 125; 240, 179; 246, 496; 252, 313; 260, 119; 265, 492; 268, 311, 391; 270, 205, 528; 271, 438; 274, 479, 569; 276, 163, 216; 279, 13; 289, 246; 297, 269, 289. — Ztschr. f. Werkz. 1900, S. 81; 1901, S. 142, 564; 1902, S. 24.

Die Stempel der Nietmaschine werden wie bei den Nietmaschinen indirekt durch Hebel, Exzenter, Kniehebel oder Schraube, und direkt durch gespannten Dampf, komprimierte Luft oder Wasserdruck in Bewegung gesetzt und zwar, je nach der Beschaffenheit des Arbeitsstückes, in beliebiger Richtung. Im allgemeinen kann hier daher auf das verwiesen werden, was S. 494 über die Nietmaschinen gesagt ist. Im besonderen ist nur zu bemerken, daß in Rücksicht auf die Beschaffenheit der Arbeitsstücke, welche gewöhnlich sehr breit (Kesselbleche, Brückenbleche etc.), mitunter schmal sind (Träger etc.), das Maschinengestell gewählt werden muß, indem die breiten Bleche einen sehr tiefen Raum zwischen den zwei Stempeln verlangen, wodurch die ganze Maschine eine beträchtliche Höhe erhält.

Da die stark gebauten Nietmaschinen mit Exzenterbewegung oder Wasserdruck von der Art, daß der Nietkopf durch einmaliges Vorschieben des Nietstempels ausgebildet wird, die vorzüglichsten und gebräuchlichsten sind, so mag es hier genügen, auf die Exzenter- und hydraulischen Vernietmaschinen

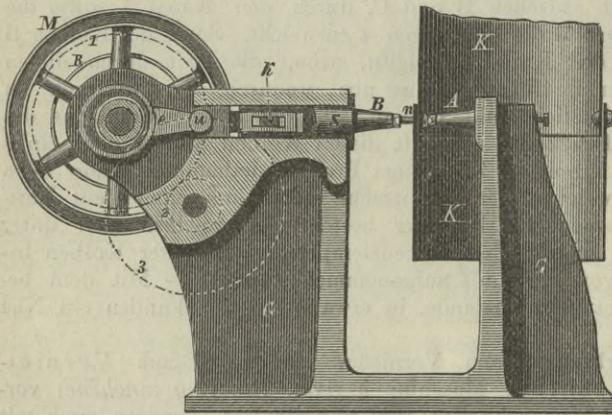


Fig. 437.

etwas näher einzugehen. Eine Exzenter-Nietmaschine ist in Fig. 437 dargestellt. Der bewegliche Nietstempel B sitzt an einem Schieber S, welcher durch den Kugelnzapfen u mit der Exzenterstange e verbunden ist und durch den Stellkeil k verkürzt oder verlängert werden kann, um später oder früher zum Anstoß zu gelangen. Die Exzenterstange ist durch einen Ring mit dem Kreisexzenter c in Verbindung gebracht, welcher auf der Exzenterwelle 4 festgekeilt sitzt und von der Riemenscheibe R aus, mittelst der Übersetzungsräder 4, 3, 2, 1 in Drehung versetzt wird. Ein auf der Exzenterwelle sitzendes Schwungrad M unterstützt die Arbeit durch rechtzeitige Abgabe von lebendiger Kraft. Der Gegenstempel A ist entweder unbeweglich angeordnet und dann einfach in den Vorsprung an dem Gestelle eingeschoben, oder derselbe wird mit einer geringen Nachgiebigkeit ausgestattet. In diesem Fall stützt sich der Stempel oder der Stempelträger gegen eine Feder von solcher Stärke, daß sie nur im letzten Augenblicke ein klein wenig nachgibt. Da diese Feder auch komprimiert wird, wenn der Druck zwischen den Stempeln ein vorgeschriebenes Maß überschreitet, so ist zugleich durch ihre Anwesenheit die Gefahr des Zerbrechens der Stempel etc. wesentlich vermindert. Um ohne Stillstand der ganzen Maschine die Stempel anhalten zu können, wird der Keil k herausgezogen, wodurch man die Verbindung zwischen Stempel und Exzenterstange aufhebt. — Wie die Figur erkennen läßt, dient diese Maschine zunächst zum Zusammennieten größerer Bleche zu Kesseln, namentlich Dampfesseln, weshalb die beiden Gestellteile G fast um die ganze Breite der Blechtafel frei aufrecht stehen müssen, also bei großen Blechen etwa 1,5 m. — Um das Arbeitsstück K bequem regieren zu können, wird dasselbe

an Ketten aufgehängt, welche durch einen Wirbel um die Vertikalachse drehbar sind. — Mit obiger Maschine ist man imstande, in der Minute etwa 15 Niete von 25 mm Schaftdurchmesser zu schließen.

Es ist schon an mehreren Stellen dieses Buches auf die Vorteile hingewiesen, welche eine langsam, aber stetig drückende Kraft einer stoßenden gegenüber besitzt, namentlich wenn die Fortpflanzung der Kraft bis ins Innere des Arbeitsstückes stattfinden soll (S. 174). Weil nun eine gute Vernietung fordert, daß der Nietkörper das Loch vollkommen ausfüllt, indem er sich in alle Vertiefungen eindringt, so ist es erklärlich, weshalb die pressenden Nietmaschinen vor den stoßenden den Vorzug verdienen. Da ferner der mit gleichbleibender Kraft arbeitende und leicht regelbare Wasserdruck gegenüber den anderen Druckkraftorganen hier die meisten Vorteile bietet, so gehören die hydraulischen Nietmaschinen zu den wichtigsten.

Sie werden nach zwei verschiedenen Systemen konstruiert, je nachdem der Druck des Wassers direkt oder indirekt von dem Nietstempel aufgenommen wird.

Im ersten Fall hat dieselbe eine große Ähnlichkeit mit der hydraulischen Presse, ist nur in der Regel von derselben abweichend durch das Weglassen der Druckpumpe, an deren Statt ein Akkumulator oder eine Wassersäule den Druck hervorbringt. Ein biegsames Kupferrohr führt sodann dem Preßkolben das Wasser zu. Indem es dabei höchst zweckmäßig ist, zur Beschleunigung der Arbeit den vorwärts geschobenen Kolben mit Stempel auch durch den Wasserdruck zurückzuschieben, so ist über dem Preßkolben noch ein kleiner Kolben vorhanden, auf den in demselben Augenblicke das Wasser zu drücken beginnt, wenn es aus dem großen Zylinder anfängt abzulaufen. Zum Öffnen und Schließen dieser Öffnung ist ein Vierweghahn angebracht, der von der Hand gesteuert wird. — Die hydraulischen Nietmaschinen mit direkter Wirkung werden, wenn sie groß sind, genau so gebaut, wie die Exzenter-Nietmaschine Fig. 437, nur daß an der Stelle, wo hier bei S und e der Exzentermechanismus sitzt, die Druckvorrichtung liegt, welche mit der in Fig. 438 gezeichneten übereinstimmt. — Da die hydraulischen Nietmaschinen von dem gewöhnlichen Triebwerke unabhängig sind, so haben sie noch den besonderen Vorteil, transportabel eingerichtet werden zu können, was zum Zusammennieten von Teilen an Schiffskörpern, Brücken, Lafetten etc. von großem Werte ist.

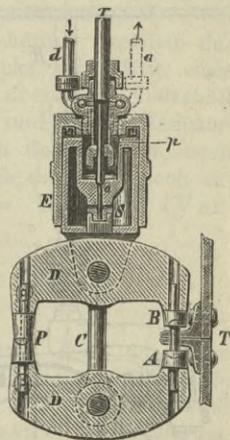


Fig. 438.

In Fig. 438 ist eine transportable, hydraulische Nietmaschine (*Portable hydraulic rivetter*), zugleich mit indirekter Wirkung des Wasserdruckes, zum Teil im Durchschnitte, zum Teil in Ansicht, dargestellt. Der Nietstempel B bildet das Ende eines Stückes D, an dessen anderem Ende mit zwei Gelenkbändern das untere, den Gegenstempel A tragende Stück D scharnierartig verbunden ist. Dasselbe untere Stück wird nämlich noch von zwei Haken C gefaßt, dessen Stangen durch ein Paar an dem Pumpenzylinder sitzende Ansätze gehen, und oben Ösen zur Aufnahme der Ketten oder Seile besitzen, welche die ganze Maschine tragen. Diese Stangen dienen nicht nur zum Festhalten des Gegenstempels A, sondern auch zur Regulierung der Entfernung zwischen den beiden Stempeln A und B, weshalb ihre neben dem Preßzylinder liegenden Teile Schraubengewinde und Muttern besitzen, die eine Verschiebung in den Ansätzen zulassen. An dem, den Stempel B tragenden Teile D befindet sich nun

der Kolben S, mit Lederstulpen wie bei hydraulischen Pressen gelidert, in dem Zylinder verschiebbar und mit dem Wasserraum p über sich, in den das Wasser durch ein Kupferrohr d von dem Akkumulator her eintritt, um den Stempel niederzudrücken und die Vernietung zu bewerkstelligen. Nachdem die Bildung des Nietkopfes vollzogen ist, tritt, durch die Drehung eines Vierweghahnes dazu veranlaßt, das gebrauchte Wasser durch das Rohr a aus dem Raume p heraus und frisches Druckwasser unter den kleinen Kolben r, der durch o mit dem Preßkolben S verbunden ist, um dadurch den letzteren zu heben und für eine neue Arbeit vorzubereiten, die dann sofort nach Umdrehung des Hahnes erfolgt.

Bei zahlreichen Nietarbeiten ist es notwendig oder erwünscht, die Vernietmaschine längs des Arbeitsstückes

bewegen zu können, indem man sie beweglich aufhängt. Eine Anordnung dieser Art führt Fig. 439 vor Augen <sup>1)</sup>. Die Nietmaschine N hängt an dem hydraulischen Aufzug H, um sie mit Hilfe einer einfachen durch Zugketten verstellbaren Steuerung in jede Höhenlage bringen zu können, und ist mittelst dieses Aufzuges an die auf Schienen S laufende Katze K angeschlossen. Das Druckwasser gelangt von einem Akkumulator durch das Rohr v, den Aufzug H und das Rohr o<sub>1</sub> in die mit Kolben versehene Nietpresse C zur Bewegung des Nietstempels p, während der von dem Bügel b getragene Gegenstempel g feststeht. Zur Steuerung dient der Hebel h.

Der Druck, welcher in den hydraulischen Nietmaschinen vorhanden ist, richtet sich natürlich nach der Größe der Niete und beträgt durchschnittlich 70 bis 100 kg auf 1 qcm Kolbenfläche, so daß man bei den kleinen Maschinen mit einem Druck von 25 000 bis 40 000, bei den größeren und größten Maschinen mit einer Kraft von 60 000 bis 120 000 kg auf den Nietkopf pressen kann. — Für die Geschwindigkeit der Arbeit wird angegeben, daß man mit denselben in der Stunde 120 bis 300 Niete von 18 bis 25 mm Durchmesser schließen kann. — Um bei den größeren Nietmaschinen nicht nötig zu haben, das ganze zu einer Füllung erforderliche Wasser dem Akkumulator zu entnehmen, so

ist die Anordnung getroffen, daß während der ersten Zeit der Stempelbewegung das Druckwasser aus einem Hochreservoir und erst am Schlusse aus dem Akkumulator zufließt.

Eine eigentümliche Einrichtung <sup>2)</sup> der hydraulischen Nietmaschine für sehr große Arbeit besteht aus zwei etwa 4 m langen, starken, eisernen Balken, welche aufrecht und um ihre Mitte schwingend angeordnet sind, so daß sie als eine mächtige Zange erscheinen, welche an den oben liegenden Maulenden die Stempel besitzt. Die unteren Enden, welche so tief in eine eingemauerte Grube einge-

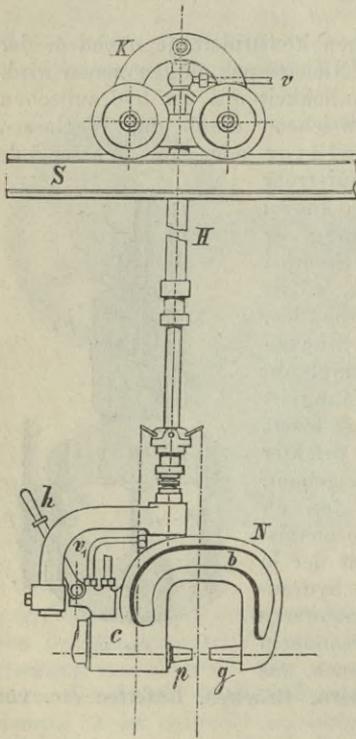


Fig. 439.

<sup>1)</sup> Specht, Massenfabrikation. Berlin 1893. — <sup>2)</sup> Prakt. Masch.-Konstr. 1872, S. 334. — Dinglers Journ. 213, 114; 216, 400.

lassen sind, daß der Drehbolzen mit dem Fußboden in einer Höhe liegt, empfangen durch eine hydraulische Presse, die erforderliche Bewegung und einen Druck, daß bis 60000 kg auf einen Nietkopf kommen.

Vielfache Beobachtungen<sup>1)</sup> haben ergeben, daß Eisen nicht unbeträchtlich, nämlich durchschnittlich etwa 20% an Festigkeit verliert, wenn die Nietlöcher durch Lochen hervorgebracht werden, und daß namentlich die Lochwand aus einer harten, spröden Kruste gebildet wird, wie nach den Erörterungen S. 237 auch erklärlich ist. In allen Fällen, wo die Sicherheit der Vernietung in Betracht kommt, sollen die Löcher daher gebohrt oder mindestens nach dem Lochen mittelst Räumler soweit ausgerieben werden, daß die harte, etwa 1 bis 1,5 mm dicke Kruste verschwindet. — Wenn es bei einer Vernietung auf eine möglichst größte Dichtigkeit abgesehen ist, so muß in erster Linie dafür gesorgt werden, daß die Nietlöcher genau übereinander zu liegen kommen. Um das zu erreichen, werden oft mehrere Blechplatten aufeinander gelegt und gemeinschaftlich gebohrt oder die Löcher mit dem Räumler ausgeglichen. — Sodann ist eine vollständige Berührung der Bleche notwendig. Um die zu bekommen, muß bei eisernen Nietten die Bildung des Schließkopfes so schnell stattfinden, daß das Niet gehörig warm bleibt, damit es durch die Verkürzung, infolge weiterer Abkühlung, die Blechtafeln mit starkem Drucke zusammenzieht. Oft werden zu demselben Zwecke die Lochränder um das Niet herum, nachdem das letztere schon durchgesteckt ist, kräftig aneinandergedrückt mit Hilfe eines Stempels, der auf der Aufsetzfläche eine zylindrische, über den Nietschaft reichende Vertiefung besitzt (Nietenzieher, Anzug) und durch Hammerschläge angetrieben wird. — Nach dem Vernieten endlich findet zur weiteren Dichtung in manchen Fällen, z. B. bei Dampfkesseln, längs der Naht noch ein Anstauchen mittelst eines stumpfen Meißels und eines Hammers (Verstemmen) statt.

### C. Zusammenschrauben.

Die vielseitige Verwendung zur Vereinigung mehrerer Teile zu einem Ganzen findet die Schraubenverbindung, nicht nur deshalb, weil man sie je nach Belieben als eine feste oder lösbare ansehen kann und weil sie sowohl bei Metall- als Holzarbeiten brauchbar ist, sondern namentlich auch darum, weil sie eine sehr große Sicherheit bietet und fast in allen Fällen zur Anwendung sich eignet.

Eine solche Verbindung (Zusammenschrauben, Viser, *Screwing*) kann entweder 1. in der Weise vorgenommen werden, daß die mit einem Kopf (Tête, *Head*) versehene Schraube durch ein rundes Loch des einen Stückes hindurchgesteckt und mit dem Gewinde in eine Mutter eingeschraubt wird, welche in den anderen Teil des Arbeitsstückes eingeschnitten ist, oder 2. dadurch, daß sie durch beide Teile hindurchgesteckt und an dem durchgesteckten Ende eine Mutter aufgeschraubt erhält, oder 3. daß man an dem einen der zu verbindenden Teile eine Massivschraube und an dem anderen eine Mutter anbringt, oder 4. daß man wie unter 3. dem einen Teile eine Massivschraube gibt, welche durch den zweiten Teil hindurchgesteckt wird und wie bei 2 eine Mutter aufnimmt. — Da die zwei letzten Fälle nur als Abänderungen der Fälle 1 und 2 zu betrachten sind und seltener vorkommen, so mag es hier genügen, die Verbindungen mit besonderen Befestigungsschrauben anzuführen.

<sup>1)</sup> Loewe, Vernietungen. Wien. 1882. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1887, S. 961. — Dingers Journ. 261, 431; 262, 257.

Die Befestigungsschrauben sind entweder Holzschrauben oder Mutterschrauben.

Die Holzschrauben (*Vis à bois*, *Clou à vis*, *Wood screw*) sind, wie der Name andeutet, nur bei Holzarbeiten zu verwenden, da sie das Eigentümliche besitzen, daß sie sich beim Einschrauben in das, wie bei dem Gebrauch der Nägel vorgebohrte Holz erst selbst die Mutter im Holze erzeugen. Sie sind deshalb auch nur aus Metall (gewöhnlich aus Eisen oder Messing) herzustellen und mit dem S. 430 angegebenen Gewinde zu versehen. Ihre Größe ist sehr verschieden, sowohl in Länge als Dicke, indem die erstere etwa von 3 mm bis 150 mm, die letztere von 0,6 mm bis 10 mm variiert. — Beim Einschrauben legt sich der Kopf der Schraube entweder gegen die obere Holzfläche, oder in eine Vertiefung derselben, wenn er nicht vortreten soll (versenkter Kopf, versenkte Schraube, *Vis noyée*, *V. perdue*, *Sunk screw*). Im ersten Fall ist der Kopf gewöhnlich kugelig (runder Kopf, *Tête en goutte de suif*, *Circular screw head*), seltener zylindrisch oder prismatisch (sechseckig, viereckig etc.). Die versenkten Köpfe sind kegelförmig (mit der Basis auch oben), mitunter zylindrisch.

Die Mutterschrauben finden sowohl bei Holz- als Metallarbeiten Verwendung. Sie sind mitunter aus Holz, gewöhnlich aus Eisen, Stahl, Messing, oder, wenn auch seltener, aus Kupfer angefertigt, und bestehen aus dem Schaft oder Bolzen, dem Kopfe und der Mutter, welche letztere oft in den einen der zu verbindenden Teile eingeschnitten, häufiger aber als besonderes, selbstständiges Stück (Schraubenmutter, *Ecrou*, *Screw nut*) in Gebrauch ist. — Die Länge der Schraubenbolzen richtet sich natürlich nach der Dicke des Arbeitsstückes und ist demnach sehr verschieden von den Schraubchen des Uhrmachers hinauf zu den oft mehrere Meter langen Schraubbolzen (*Boulon taraudé*, *Screw bolt*) des Schiffbauers, den Ankerschrauben etc. Ebenso verschieden ist der Durchmesser, welcher jedoch bei Schrauben mit besonderen Muttern selten unter 6 mm vorkommt. — Der Kopf dieser Schrauben ist wie bei Holzschrauben kugelig, zylindrisch, prismatisch oder kegelförmig (zum Versenken), am häufigsten sechseckig prismatisch. — Die Schraubenmutter werden gewöhnlich sechseckig, selten viereckig, mitunter, bei kleineren Arbeiten, zylindrisch gemacht und an den Endflächen nach einem Kegel abgestumpft oder einer Kugel abgerundet.

Um eine Schraubenverbindung hervorzubringen, ist eine Relativbewegung zwischen Mutter und Schraube erforderlich: durch Drehung der Schraube in die festliegende Mutter, oder der Mutter auf der festliegenden Schraube. Im

ersten Fall wird die Schraube am Kopf gefaßt und zwar, da man selten mit den Fingern imstande ist, die zum Eindrehen (Anziehen) erforderliche Kraft auszuüben, mittelst eines Werkzeuges, dessen Einrichtung ebenfalls der Größe des beim Einschrauben erforderlichen Widerstandes angemessen ist. Für kleine Schrauben, also namentlich für Holzschrauben, genügt es, in einen zu dem Zwecke in dem Kopf vorhandenen Einschnitt (*Nick*) den Schraubenzieher (*Tournevis*, *Screw driver*, *Tourn screw*) zu setzen und diesen umzudrehen.

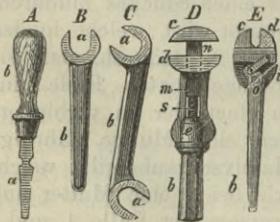


Fig. 440.

Der Schraubenzieher ist (Fig. 440 A), ein stählernes, federhartes, meißelartiges Werkzeug a mit stumpfer Kante, welches in den Einschnitt des Schraubenkopfes genau passen muß, wenn dieser nicht verdorben werden soll. Der-

selbe steckt für den gewöhnlichen Gebrauch in einem Hefte, das mit der Hand gedreht wird; für größere Schrauben in einer Brustleier S. 353, welche eine große Kraftausübung gestattet. — Mitunter sitzen in dem Schraubenkopf statt des Schlitzes nur zwei Löcher, in welche dann zwei Zinken eines gabelartigen Schraubenziehers eingesetzt werden. — Auch wird wohl der Kopf quer durchbohrt und dann die Schraube mittelst eines eingesteckten Stiftes, wie die Schraube am Schraubstocke S. 56 gedreht. — An den Schraubenziehern werden bisweilen Einrichtungen getroffen, welche das Ausrutschen aus dem Spalte verhindern oder eine größere Druckäußerung gestatten sollen<sup>1)</sup>. — Zum Einschrauben oder Anziehen größerer Schrauben reicht der Schraubenzieher nicht mehr aus, weil derselbe in dem Griffe oder in der Brustleier der Kraft nur einen kleinen Hebelarm zum Drehen darbietet und auch bei großer Kraft leicht aus dem Schlitze herausgleitet. In diesem Fall gebraucht man daher ein Werkzeug, welches den — für diesen Zweck stets prismatischen — Kopf der Schraube umfaßt, einen längeren Hebelarm für die Kraft der Arbeiterhand bildet und Schraubenschlüssel (Clef à vis, *Screw-key*) genannt wird. Derselbe besteht in der einfachsten Form (Fig. 440 B) aus einem flachen oder runden, eisernen Griffe oder Arme b mit einem Maule a, das aus zwei parallelen Flächen besteht, welche sich genau an die Seiten des Schraubenkopfes anlegen. — Wenn solche Schlüssel sehr lang sein müssen (sie kommen bis über 1 m Länge vor), so wird der Arm der Leichtigkeit halber aus einem schmiedeeisernen Rohre gebildet, das mit dem Maulstücke zusammengeschweißt wird. — Da bei vielen Arbeiten Schrauben von ungleicher Größe vorkommen, so ist es zweckmäßig, mehrere Maulgrößen zur Hand zu haben. Entweder wird dann der Schlüssel (Fig. 440 C) an jedem Ende mit einem Maul a ausgestattet (Doppelschlüssel), oder nur an einem Ende mit einem Maul, welches sich für verschiedene Größen stellen läßt (Englischer Schraubenschlüssel, Universal-Schraubenschlüssel, Clef anglaise, C. universelle, *Spanner*, *Screw-spanner*, *Wrench*, *Screw-wrench*, *Universal-screw-wrench*). Die häufige Verwendung des Universalschraubenschlüssels infolge seiner großen Bequemlichkeit hat zu so zahlreichen Anordnungen<sup>2)</sup> geführt, daß nur zwei sehr gebräuchliche und weit von einander abweichende Konstruktionen mit Hilfe der Fig. 440 D und E beschrieben werden sollen. — In Fig. D bilden die beiden Teile c und d an zwei Seiten des Schlüssels je ein Maul. Der Backen c geht mit einem viereckigen Schaft n durch d hindurch, während der Backen d, mittelst eines Rahmens m, mit dem Querstücke fest verbunden ist. An das Stück e schließt sich der Handgriff b, welcher sich in e drehen läßt, an. Da nun der Schaft n als Verlängerung eine Schraube s besitzt, welche in eine mit dem Handgriffe b fest verbundene Mutter tritt, so muß durch Drehung des Handgriffes b der Backen c sich verschieben, also die Maulöffnung sich auf die passende Größe schnell einstellen lassen.

Die Fig. 440 E zeigt einen Universal-Schraubenschlüssel mit selbsttätiger Einstellung der Backen. Derselbe besteht aus einem Kopf, an welchem der Backen d festsitzt und in dem sich der Backen c auf Prismen verschiebt, wenn

<sup>1)</sup> Mitt. d. Hann. Gew.-Ver. 1838, S. 184. — Dinglers Journ. 238, 385; 241, 97; 251, 10. — <sup>2)</sup> Zeitschr. deutsch. Ing. 1857, S. 165; 1862, S. 214; 1864, S. 545. — Mitt. d. Hann. Gew.-Ver. 1838, S. 184; 1859, S. 35; 1864, S. 141 u. 143. — Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 59; 1873, S. 106. — Dinglers Journ. 105, 248; 113, 98; 123, 415; 131, 266; 140, 92; 153, 182; 160, 184; 171, 177, 275, 395; 190, 274; 195, 16, 297; 206, 295; 207, 449; 214, 102; 223, 355; 227, 346; 228, 308; 238, 198, 259; 243, 460; 247, 321; 251, 10; 255, 213; 257, 503.

man den Hebel *b* um einen Bolzen *o* dreht. Zwischen dem Backen *c* und dem Hebel *b* ist eine Koppel *i* angebracht und mit beiden gelenkartig verbunden; bei einer Bewegungsrichtung des Hebels schließt sich daher das Maul *c d*, während es sich bei entgegengesetzter Bewegung des Hebels öffnet. — Um in denjenigen Fällen, wo ein Herumbewegen des Schlüssels unmöglich oder unbequem ist, das wiederholt vorzunehmende, zeitraubende Aufsetzen des letzteren zu umgehen, hat man auch Schraubenschlüssel nach dem Prinzip der Bohrratsche (S. 356) angefertigt. Namentlich eignet sich die Ratsche Fig. 369 C als Schraubenschlüssel, da es hier nur nötig ist, eine passende Nuß *a*, z. B. mit sechseckiger Öffnung einzulegen, um die Ratsche als Schraubenschlüssel gebrauchen zu können.

Was das Aufschauben der Muttern anbetrifft, so geschieht dasselbe außer mit dem Schraubenschlüssel (*Clef à écrous*) auch, namentlich wenn ein Losdrehen öfter vorkommen soll, mit der Hand an zwei Lappen, die flügelartig an der Mutter sitzen (*Flügelmutter*, *Écrou à oreille*, *E. ailé*, *Thumbnut*). — Zum Drehen runder Schrauben oder Muttern bedient man sich der Rohrzangen (S. 53) oder der diesen ähnlichen Rohrschlüssel, welche ein Stück von der Form ( $\triangleright$ —) bilden, an dem der dreieckige Spalt gerberbt ist.

In manchen Fällen ist es geboten, das unerwünschte Losdrehen der Schrauben der Schraubenmuttern zu verhindern. Dann werden die sogen. Schraubensicherungen angewendet.

## D. Zusammenkeilen.

Unter Keil (*Coin*, *Wedge*) versteht man einen schlanken, pyramidalen Körper, gewöhnlich von viereckigem Querschnitte, der, in mit einander korrespondierende Löcher oder Einschnitte der verbindenden Teile eingetrieben, diese zusammenfügt. — Eine Stange wird z. B. dadurch in einer Hülse befestigt, daß man durch Stange und Hülse ein Loch arbeitet und in dieses Loch einen Keil schiebt. — Ein Rad, eine Scheibe, eine Kurbel, ein Hebel wird auf einer Welle ebenfalls durch einen Keil befestigt, den man in einen Raum eintreibt, der durch eine Nut (*Keilnut*) in der Radnabe und eine solche auf der Wellenoberfläche gebildet wird.

In manchen Fällen ist es unthunlich den Keil durch beide zu verbindende Teile zu stecken. Dann wird nur der eine Teil mit einem Keilloche versehen und so durch den zweiten Teil hindurch gesteckt, daß das Keilloch außerhalb zu liegen kommt. Der sodann eingeschlagene Keil treibt die beiden Teile zusammen, wie dies unter anderem an der Holzverbindung (Fig. 433 G, L, S. 488) zu erkennen ist, wo der Keil *k* die Holzteile *a* und *b* aneinander preßt. Andere Beispiele dieser Art sind zu ersehen aus Fig. 379 A S. 377, Fig. 323 S. 284, sowie in etwas veränderter Anordnung in Fig. 41 S. 62; Fig. 49 S. 63; Fig. 78 S. 76; Fig. 206 S. 169 und Fig. 310 S. 275. — Wenn der Keil durch den einen Teil geht und vor dem zweiten liegt, so heißt er *Vorsteckkeil* oder *Vorstecknagel* (*Splint*, *Schließe*, *Clavette*, *Fore-lock*) oder wenn er klein ist, *Vorsteckstift* (*Goupille*, *Pin*).

Der Keil hält sich in der Regel nur durch Reibung in den Löchern fest. Deshalb darf sein Verjüngungswinkel nur klein sein. Die trigonometrische Tangente des Winkels, unter welchem die Keilseiten geneigt sind, heißt der *Anzug* oder die *Steigung*, welcher entweder einseitig oder zweiseitig ist und

für Befestigungskeile zwischen  $\frac{1}{100}$  bis  $\frac{1}{30}$  liegt. — Da der Keil leicht gelöst werden kann, so dient er auch sehr oft da als Zusammenfüngungsmittel, wenn ein öfteres Auseinandernehmen der verbundenen Teile stattfinden soll. In diesem Fall ist der Anzug grösser, etwa  $\frac{1}{24}$  bis  $\frac{1}{6}$ , zu machen. — Die Vorstecksplinte werden sehr zweckmäßig aus halbrundem Drahte, Splintdraht (S. 215) hergestellt, indem man Stücke dieses Drahtes klammerartig zusammenbiegt. Diese Splinte federn in dem Loche auseinander und sitzen dadurch fest.

Zur Verhinderung des Loslösens werden ebenfalls Keilsicherungen angewendet.

## Achter Abschnitt.

### Vollendung, Verschönerung und Konservierung.

---

Unter richtiger Anwendung und Aufeinanderfolge der in den vorhergehenden Abschnitten erörterten Mittel ist man imstande, eine große Anzahl Gegenstände aus Metall und Holz zum Gebrauch vollendet herzustellen. — Eine vielleicht noch größere Anzahl fordert jedoch noch gewisse Arbeiten, welche dieselben zum wirklichen Gebrauch erst fertig machen.

Die Metalle und ihre Legierungen werden im Laufe ihrer Verarbeitung oft mehrfach erwärmt und daher in einem Zustande den Einflüssen des Sauerstoffes der Luft und des Wassers, sowie schwefligen und dergl. Ausdünstungen ausgesetzt, daß sie sich begierig mit einer Schicht Oxyd, Schwefelmetall usw. überziehen, welche das Ansehen in der Regel wesentlich beeinträchtigt und daher entfernt werden muß, wenn die Naturfarbe des Metalles zur Geltung kommen und das Aussehen des Gegenstandes durch Erzeugung eines gewissen Glanzes noch besonders gehoben werden soll. — Es liegt in der Natur des Holzes, daß dieses Material sich während der Verarbeitung nicht im Ansehen verändert; dasselbe besitzt jedoch eine Struktur und eine Weichheit, die sich zur Herstellung und Erhaltung einer oft gewünschten, glänzenden Oberfläche durchaus nicht eignet. Um dem Holze einen erhöhten Glanz erteilen zu können, ist es daher erforderlich, die Oberfläche in einer Weise zu behandeln, daß sie Glanz anzunehmen und zu behalten imstande ist. — Manche Metalle, Legierungen und Hölzer besitzen eine so unansehnliche Naturfarbe, daß es in Fällen — wo die anderen Eigenschaften die Verwendung derselben erwünscht erscheinen lassen — üblich geworden ist, des schönen Ansehens wegen, Gegenstände aus Metall mit anderen Metallen (Gold, Silber etc.) oder sonstigen Stoffen (Email etc.) zu überziehen, Gegenstände aus Holz an der Oberfläche zu färben oder auch mit Metall und edleren Hölzern zu bedecken.

Viele Gebrauchsgegenstände sind zum Zwecke der Erhaltung überhaupt oder einer längeren Dauer gegen die schädlichen Einflüsse der Luft, der Feuchtigkeit etc. zu schützen, also in einer Weise zuzubereiten, daß entweder die Wirkung der zerstörenden Einflüsse oder diese selbst abgehalten werden. In anderen Fällen endlich ist dem Material, damit es zu einer bestimmten Verwendung geeignet wird, erst eine Gebrauchsfähigkeit oder eine erhöhte Gebrauchsfähigkeit zu erteilen. Das Kupfer z. B. wird, wenn es zu Kochgeschirr etc. benutzt werden soll, wegen seiner sich leicht bildenden, giftigen Salze mit einem Überzuge von

Zinn versehen; aus ähnlichen Gründen das Neusilber mit Silber, das Eisen mit Zinn, Email usw.

Die in Rede stehenden Arbeiten bezwecken daher teils eine Verschönerung, teils eine längere Gebrauchsdauer, teils die Gebrauchsfähigkeit oder endlich eine Erhöhung der Gebrauchsfähigkeit hervorzurufen. — Sie sind mit dem bislang erörterten Mittel entweder gar nicht, oder nur unvollkommen, d. h. bis zu einem gewissen Grade auszuführen und ihrer Bestimmung nach ziemlich verschieden, nämlich entweder chemischer oder physikalischer (mechanischer) Natur, denn das Färben der Hölzer z. B. kann nur durch chemische Hilfsmittel stattfinden, während die Beseitigung einer Oxydschicht von der Oberfläche eines Metalles in vielen Fällen ebensogut durch chemische Auflösungsmittel als durch mechanische Operationen, die Hervorbringung eines hohen Glanzes wieder nur durch mechanische Einwirkungen erreicht werden kann.

Im allgemeinen lassen sich diese Arbeiten daher einteilen in solche, welche dazu dienen:

1. die Oberflächen durch chemische Mittel zu reinigen und mit bestimmten Farben zu versehen (Beizen, Färben);
2. die Oberflächen durch mechanische Mittel mit Glanz auszustatten (Polieren);
3. die Oberflächen ganz oder zum Teil mit verschiedenen Substanzen, entweder zur Verschönerung allein, oder auch zur Konservierung (Anstreichen, Bemalen, Firnissen, Lackieren, Vergolden, Verzinnen etc.) zu überziehen, oder durch Zeichnungen etc. zu verzieren;
4. die Oberfläche gegen zerstörende Einflüsse zu schützen (Erhaltungsarbeiten).

## I. Beizen<sup>1)</sup> und Färben der Metalle und der Hölzer.

Da sich das während der Bearbeitung auf der Oberfläche der Metallgegenstände gebildete Oxyd fast ohne Ausnahme leicht in Säuren auflöst, so werden solche oxydierte Gegenstände auf die einfachste Weise durch Behandeln mit Säure von dem Oxyd befreit: eine Operation, welche das Beizen (*Abbeizen*, *Décapage*, *Dérochage*, *Pickling*, *Dippling*) oder wenn die Metallfläche blank aus derselben hervorgeht, *Blankbeizen* genannt wird.

Wenn zwar jede das Oxyd lösende Säure zum Beizen gebraucht werden kann, so nimmt man doch in der Regel dazu Mineralsäuren und unter diesen wieder am häufigsten und überall da wo es angeht Schwefelsäure, weil Salzsäure und Salpetersäure unangenehme Dämpfe verbreiten. Je nach Umständen wird die Schwefelsäure mit mehr oder weniger Wasser verdünnt und oft in verschiedenen Konzentrationen nach einander angewendet. Eine Mischung von 1 T. Schwefelsäure mit 10 bis 100 T. Wasser bildet das gewöhnliche Beizmittel.

Die abzubeizenden Gegenstände werden entweder in die Beizflüssigkeit gelegt und so lange darin liegen gelassen, bis die Oberfläche blank erscheint, sodann herausgenommen und möglichst schnell mit viel, am besten warmem Wasser abgespült und mit Sägespänen etc. abgetrocknet. Oder sie werden in

<sup>1)</sup> Kaiser, Chemisches Hilfsbuch für die Metall-Gewerbe. Würzburg 1885. — Georg Buchner, Metallfärbung, 2. Aufl. Berlin 1901. — Tschenschner, Metalldekorierung, 5. Auflage. Weimar 1883.

die Beize nur einen Augenblick eingetaucht und sodann abgespült und getrocknet. Die erste Methode wird stets mit Beizflüssigkeiten von großer Verdünnung ausgeführt, in welche die Gegenstände geraume Zeit, oft mehrere Stunden liegen können, ohne daß sie mehr als nötig angegriffen werden. Bei der zweiten Methode beabsichtigt man eine kurze, aber starke Einwirkung, so daß die ganze Operation sehr schnell von statten geht (Schnellbeize). Hier müssen daher starke Beizen zur Anwendung kommen. — In manchen Fällen werden beide Methoden hintereinander angewendet; erst die schwache Beize als Vorbeize und dann die starke Beize als Schnellbeize (Gemischte Beize).

Die Tatsache, daß die einzelnen Metalle sowohl für sich als auch in Legierungen eine eigentümliche Verwandtschaft zum Sauerstoffe und zu anderen Elementen haben, demnach von Säuren, Salzlösungen u. dergl. in verschiedenem Grade aufgelöst und verändert werden, liegt der Operation zu Grunde, mittelst welcher die Oberflächen von Gegenständen aus Metallen und Legierungen unter Anwendung gewisser Mittel ihr Ansehen ändern. Diese Änderung des Ansehens, welche man allgemein als Färben bezeichnet, geht der Hauptsache nach aus einer chemischen Einwirkung hervor, durch welche die an der Oberfläche der Metalle liegenden Teilchen in eine farbige Verbindung übergehen, oder auch dadurch, daß man bei Metallmischungen auf der Oberfläche einzelne Metalle auf chemischem Wege entfernt. — Im weitesten Sinne rechnet man zur Metallfärbung auch metallische Niederschläge (s. Überziehen). — Sehr oft ist das Färben nur eine Folge geringer Oxydation, die sich in den Anlauffarben (S. 17) auf fast allen erwärmten Metallen bildet, aber von geringer Dauer ist, oder die Folge einer Schwefelverbindung durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff z. B. auf Silber. — In vielen Fällen ist das Färben naturgemäß nur eine Fortsetzung des Beizens und dann eben die gemischte Beize notwendig, indem die Vorbeize das Blankmachen und die Schnellbeize das Färben verursacht.

Da die einzelnen Metalle und Legierungen verschiedene Beizen und Behandlungen erheischen, so mag in folgendem das Wesentliche über das Verfahren, welches bei den wichtigsten derselben eingeschlagen wird, angeführt werden.

**Färben des Kupfers.** — Die Färbungen auf Kupfer beruhen auf der Bildung von Sauerstoff- und Schwefelverbindungen durch Erzeugung von Kupferoxydul, Kupferoxyd und Kupfersulfid. Die Kupferoxyde entstehen schon durch Anlauffarben also durch Erhitzung in den verschiedensten Abtönungen. hellgelb, rot, violett, schwarz, treten überhaupt je nach dem Verfahren in den verschiedenen physikalischen Zuständen auf, die auch von der Dicke und Dichte der Schichten abhängen; das Kupferoxyd ist hiernach braun bis schwarz, das Oxydul violett. — Eine Schwefelverbindung zeigt je nach der Behandlung ebenfalls Färbungen von hellbraun, dunkelbraun bis blauschwarz. — Eine rotbraune Färbung wird erhalten, wenn man blankes Kupfer mit einem dünnen Teig aus Pulvern von 1 T. Hornspänen, 4 T. Eisenrot, 4 T. Grünspan mit Essig angerührt, bestreicht und dann über einem Steinkohlenfeuer trocknet und abwäscht; oder durch Auftragen eines Breies von 1 T. Kupfervitriol, 1 T. Zinkvitriol und 2 T. Wasser. — Die braune Medaillenfarbe (Bronze) wird u. a. auf folgende Weise hervorgebracht: Man trägt 35 g Grünspan und 17,5 g Salmiak in 7,2 l kochendes Wasser ein, kocht diese Mischung unter Abschäumen auf 1,4 l ein, setzt dann 490 g Weinessig zu, kocht noch 5 Minuten, filtriert vom Niederschlag ab und verdünnt das Filtrat auf 5,7 l. In dieser Flüssigkeit werden die Kupfergegenstände gekocht.

**Beizen und Färben des Gelbkupfers.** — Die aus Messing oder Tombak (Rotgüß) durch Gießen angefertigten Gegenstände kommen mit einer

bunt angelaufenen Oberfläche aus der Form, während die aus Draht, Blech usw. hergestellten Arbeiten durch das Weichmachen, Löten etc. sich mit einer braunen Kruste bedecken. Zur Entfernung dieser aus Oxyd gebildeten Haut wendet man gewöhnlich die schwache Beize aus 1 T. Schwefelsäure mit 10 bis 20 T. Wasser an. Schon hierbei wird mehr Zink aus der Legierung aufgelöst als Kupfer, so daß eine kupferreichere Legierung mit dunkler Farbe an der Oberfläche zurückbleibt. — Soll beim Messing die helle Naturfarbe entstehen, so ist es zweckmäßiger, verdünnte Salpetersäure (1 T. Säure auf 10 T. Wasser) anzuwenden.

Liegt aber die Aufgabe vor, das Gelbkupfer zu färben, so kommt eine Schnellbeize in Anwendung, zu welcher je nach der gewünschten Farbe verschiedene Flüssigkeiten genommen werden. — Zum Gelbbeizen (Gelbbrennen, Abbrennen, Décaper, Dérocher. *Pickling, Dipping*), durch welches eine hochgelbe Farbe erzielt werden soll, benutzt man starke Salpetersäure (von 1,324 spez. Gewicht), der man noch oft durch Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure (2 T. Salpetersäure, 7 T. Schwefelsäure) eine größere Stärke gibt. Da die Schwefelsäure auf einen roten Ton wirkt, so erzeugt die eben genannte Mischung eine goldgelbe, die Salpetersäure allein aber eine ins Grüne stechende Farbe. — Ein mitunter gegebener Zusatz von Kochsalz veranlaßt die Bildung von Königswasser, welches insofern von günstigem Einfluß sein kann, als es das durch Salpetersäure gebildete, ungelöste, die Oberfläche verunreinigende Zinnoxid (von dem fast immer dem Messing in kleinen Mengen beigemengten Zinn S. 22 berührend) auflöst. — Ein Zusatz organischer Substanzen (Ruß, Schnupftabak oder Holzpulver), welche die Bildung von salpetriger Säure befördern, macht die Farbe besonders lebhaft. — Durch eine gewisse Nachbeize ist man imstande, den blank gebeizten oder gelbbebrannten Gelbkupfergegenständen ein angenehmes mattes Aussehen zu verleihen (Mattieren, Mattbeizen). Die Mattbeize erhält man durch Auflösen von 1 T. Zink in 3 T. Salpetersäure von 1,324 spez. Gewicht und Zusatz einer Mischung von 8 T. Salpetersäure und 8 T. Schwefelsäure. In einer Porzellanschale wird dieselbe zum Sieden gebracht, und dann der Gegenstand so lange (etwa  $\frac{1}{2}$  Minute und mehr) hineingelegt, bis die stürmische Entwicklung von salpetriger Säure aufhört und die Oberfläche gleichmäßig erscheint. Durch Veränderung des Verhältnisses zwischen der Zinklösung und der Säuremischung wird die Stärke der Beize geregelt. — Der sich beim Mattbeizen gewöhnlich bildende, unansehnliche, dunkelgraugelbe Überzug wird endlich durch kurzes Eintauchen in die oben angegebene Gelbbeize entfernt. — Das Abspülen und das Trocknen der gebeizten Objekte geschieht wie oben angegeben wurde. — Zum Abbeizen der dünnen Oxydhaut vom Messing kann man sich auch einer Chlorzinklösung bedienen. Wenn man die gebeizten Messinggegenstände so schwach glüht, daß sie eine schwärzlich braune Farbe annehmen und sodann in Chlorzinklösung ablöscht und darin kocht, während man zugleich die Rückseite mit einem Zinkstäbchen berührt, bekommen sie einen rosenroten Kupferüberzug. — Eine vielfach gewünschte schwarze Färbung auf Gelbkupfer kann durch verschiedene Mittel erhalten werden, von denen sich die zwei folgenden bewährt haben. Man löst durch Schütteln 10 g basisch kohlenstoffsaures Kupferoxyd in 68 g stärkstem Ammoniak und verdünnt nach der Lösung mit 25 g Wasser. Diese Lösung wird in der Kälte angewandt und bildet auf der Oberfläche eine feste Schicht von Kupferoxyd. — Für feine Arbeitsstücke verwendet man 1 T. Platinchlorid in 10 T. Wasser mittelst Aufpinseln.

Weißsieden des Silbers<sup>1)</sup>. — Das Silber wird seiner Weichheit wegen selten rein, sondern gewöhnlich mit Kupfer legiert verarbeitet. Das Kupfer beeinträchtigt aber nicht nur die schöne weiße Farbe des Silbers an sich, sondern verunschönt die Silberarbeiten namentlich dadurch, daß es sie infolge des Glühens mit einer schwarzbraunen Oxydschicht überzieht. Zur Herstellung der rein weißen Silberfarbe, wie sie an neuen Silbergeräten, Münzen, Medaillen, Knöpfen etc. zu erkennen ist, wird durch eine Beize das Kupfer von der Oberfläche weggebeizt, so daß eine Schicht reinen Silbers zurückbleibt, nach deren Abnutzung allerdings die Naturfarbe der Legierung wieder zum Vorschein kommt. Die hierzu gebräuchliche Operation, welche das Sieden (Weißsieden, Blanchir, Blanchiment, *Blanching*) heißt, ist mit einer Flüssigkeit (Sud) auszuführen, welche das Kupfer auflöst aber auf das Silber ohne Einwirkung bleibt. Da stark verdünnte Schwefelsäure diese Eigenschaft besitzt, so wird sie (besonders in den Münzwerkstätten) in einer Verdünnung von 1 T. Schwefelsäure mit 100 T. Wasser oft angewendet. Außerdem ist eine Beize in Gebrauch, welche aus 2 T. Kochsalz, 11 T. Weinstein und 32 bis 48 T. Wasser besteht. Diese Sude sind am wirksamsten, wenn sie zum Sieden erwärmt in Anwendung kommen. Auch eignet sich das saure schwefelsaure Kali im Wasser gelöst sehr gut als Beize und empfiehlt sich auch in manchen Fällen deshalb, weil die Auflösung nicht erwärmt zu werden braucht.

Die Silbergegenstände werden, wenn es sonst ihre Beschaffenheit erlaubt, d. h. wenn sie beim Gebrauch der Elastizität entbehren können, vor dem Sieden gegläht, teils um das anklebende Öl etc. zu verbrennen, teils um das Kupfer zu oxydieren. Nach dem Glühen bringt man sie sogleich in die Beize und läßt sie darin, je nach der Legierung, verschieden lange Zeit. Silberreichere Legierungen brauchen nur 3 bis 5 Minuten, silberarme aber wohl 1 bis 2 Stunden, um gehörig weiß gesotten zu werden. Sehr zweckmäßig ist es, das Sieden zwei bis dreimal nacheinander auszuführen, weil dann die Farbe am schönsten wird, namentlich, wenn der letzte Sud nur aus Weinstein und Wasser besteht. — Sollen die Silbersachen ein mattes Aussehen bekommen, so müssen sie vor dem zweiten Sieden mit einem Brei aus Pottasche oder Weinstein und Wasser bestrichen, damit gegläht und in Wasser abgelöscht werden.

Sieden und Färben des Goldes<sup>1)</sup>. — Das Gold wird ebenfalls seiner Weichheit wegen fast nur legiert (karatiert) verarbeitet und zwar mit Kupfer allein (Rote Karatierung) oder mit Silber allein (Weiße Karatierung) oder mit Kupfer und Silber (Gemischte Karatierung). Deshalb müssen die Goldarbeiten, namentlich die der roten und gemischten Karatierung gebeizt werden, damit die schwarzbraune Kupferoxydschicht, die beim Glühen entsteht, entfernt wird, und damit die charakteristische Goldfarbe zum Vorschein kommt.

Handelt es sich nur um das Abbeizen des Kupferoxyds, so stimmt das Verfahren mit dem Sieden des Silbers in verdünnter Schwefelsäure überein und wird auch Sieden genannt.

Soll dahingegen das Gold mit seiner hochgelben Farbe, also in seiner Reinheit erscheinen, so muß an der Oberfläche der Gegenstände das Kupfer und Silber entfernt und eine reine Goldschicht gebildet werden (Färben, *Mise en couleur*, *Colouring*). Gewöhnlich wird dieser Prozeß jedoch so geleitet, daß sich auch das Gold in geringem Maße auflöst, aber sodann wieder auf die Oberfläche niederschlägt. Die anzuwendende Beize (Goldfarbe, Farbe,

1) v. Kulmer, Die Kunst des Goldarbeiters. Weimar. — Schlösser, Münztechnik.

Couleur, C. à bijou, *Colour, Gold-colour*) muß demnach diesem Zweck entsprechend zusammengesetzt sein. Am gebräuchlichsten ist die Zusammensetzung aus 1 T. Kochsalz, 2 T. Salpeter und 1 $\frac{1}{2}$  T. rauchende Salzsäure von 1,165 spez. Gew. Das abgeknisterte Kochsalz wird zunächst mit dem Salpeter und wenig Wasser zusammen gekocht und zur Trockne verdampft, darauf die Salzsäure zugesetzt und dann die Mischung bis zur deutlichen Chlorentwicklung gekocht, weil von dem Vorhandensein des Chlors die Lösung der Metalle, besonders des Goldes, abhängt. Die vorher gesotteten Goldarbeiten werden dann an einem Platindraht hängend in die siedende Farbe gebracht und so lange darin bewegt, bis der gewünschte Ton eingetreten ist, wozu gewöhnlich 5 bis 6 Minuten erforderlich sind. Hiernach findet dann schnell das übliche Abwaschen, zuerst in kochendem, darauf in kaltem Wasser statt.

Beizen und Färben der Hölzer<sup>1)</sup>. — Es ist bereits S. 43 hervorgehoben, daß die Hölzer der gemäßigten Zone, also besonders die europäischen Hölzer, der größten Zahl nach wenig ausgeprägte Farben besitzen, während diejenigen der Tropen sich durch intensive Farben und schöne Zeichnungen hervortun. Andererseits lassen sich die europäischen Hölzer wegen ihrer größeren Weichheit leichter bearbeiten und wegen ihrer Leichtigkeit zu manchen Zwecken gebrauchen, wozu die schweren Hölzer unanwendbar sind. Außerdem sind die ersteren leicht und billig zu beschaffen, während die letzteren hoch im Preise stehen, namentlich wenn ihre Zeichnungen von besonderer Schönheit sind. Um nun den aus leichtem, gewöhnlichem Holz hergestellten Arbeiten das Ansehen der edlen Hölzer zu geben, können zwei Wege eingeschlagen werden: entweder überzieht man sie mit dünnen Platten (Fourniere) edler Hölzer (Fournieren S. 476), oder man tränkt sie mit farbegebenden Stoffen. Die letzte Methode, welche das Beizen oder Färben des Holzes (Teindre, Teinture, *Staining*) umfaßt, liefert nicht nur das sogenannte imitierte Holz oder die Holzimitationen, wenn sie gewisse Zeichnungen hervorbringt, sondern auch die einfach gefärbten Hölzer.

Das Färben des Holzes wird entweder bewirkt durch eine wässrige Brühe aus Farbstoffen, mit welcher das Material getränkt wird und die nach dem Verdunsten des Wassers die Farbstoffe in den Poren des Holzes zurückläßt, oder durch Einwirkung ätzender Flüssigkeiten auf die Holzsubstanz, oder endlich durch einen wirklichen Färbeprozess.

Die Farbstoffbrühen bestehen aus Abkochungen von Abfällen edler Hölzer (Mahagoni) und von Farbhölzern (Fernambukholz, Blauholz, Gelbholz, Arkannawurzeln, Kurkuma etc.), oder es sind Auflösungen von Farbstoffen oder Pigmenten (Karmin, Krapp, Indigo, Fuchsin, Nigrosin und anderen Anilinfarben etc.), die in verschiedenen, dem jedesmaligen Fall angepaßten Konzentrationen und Mischungen mittelst eines Pinsels oder eines Schwammes aufgetragen werden.

Als Beizmittel sind hier nur, als die gebräuchlichsten, anzuführen; die Salpetersäure, sowie eine Lösung von übermangansaurem Kali in Wasser, welche, auf Holz aufgetragen, dasselbe mehr oder weniger gelb und braun beizen, indem sie dem Holzstoffe Sauerstoff zuführen.

Da das Holz als Zellulose organisch übereinstimmt mit der Baumwolle, der Leinenfaser usw., so muß es sich auch nach den Regeln der Färberei, welche für diese Stoffe gültig sind, färben lassen und zwar mit größerer Sicherheit und besserem Erfolge als nach der jetzt allgemein gebräuchlichen Art, die darin besteht, bestimmte, nach oft seltsam zusammengesetzten Rezepten ange-

<sup>1)</sup> Schmidt, Beizen, Schleifen und Polieren des Holzes. 6. Aufl. Weimar 1881. — Andès, Vollendungsarbeiten der Holzindustrie. 3. Aufl. Wien.

fertigte Farbebrühen auf das Holz zu bringen. Man müßte die Holzfaser zunächst, wie die Baumwolle oder den Flachs etc., durch Beseitigung der harzigen und gummösen Stoffe, welche die Holzfaser umhüllen, vermittelst einer Art Vorbeize, die aus dünnen alkalischen Laugen oder Seifenwasser zu bestehen hat, für die Aufnahme von Farben geschickt machen. Darauf wäre dann eine Präparation notwendig, welche, nach den verschiedensten Farbensubstanzen sich richtend, den Fasern einen bestimmten Farbenhunger gäbe, der endlich durch eine der angenommenen sieben Hauptarten der Farbenfixierung gestillt werden könnte. — Das in manchen Fällen nach diesen Andeutungen eingeschlagene Verfahren bestätigt die Beachtung derselben, da auf diesem Wege ausgezeichnete Resultate vorliegen. So wird z. B. Eichenholz sehr schön schwarz gefärbt, wenn man es einige Tage in eine Alaunlösung legt und dann abwechselnd mit einer Blauholzabkochung und einer Auflösung von Grünspan in Essig behandelt. In diesem Fall bezweckt die Aufnahme eines Tonerdesalzes nichts weiter als die Hervorbringung einer Molekularverbindung der Tonerde mit der Faser, wodurch die Aufnahmebegierde für die Farbe vergrößert wird. Da es jedoch vorläufig noch an bestimmten Vorschriften dieser Art fehlt, so können auch hier nur noch Farbenrezepte mitgeteilt werden. In folgendem ist deshalb eine kleine Zusammenstellung bewährter Vorschriften angefügt.

Schwarz [Ebenholzimitation]. a) Man tränkt das Holz mit einer dünnen Abkochung von Galläpfeln oder Schmack (Sumachblätter), läßt trocknen und behandelt dann dasselbe mit in Wasser oder Spiritus löslichem Nigrosin (Anilin-Schwarz), wodurch eine tiefschwarze Färbung entsteht. — b) Man löst 8 T. Blauholzextrakt in 512 T. Wasser und fügt 1 T. gelbes chromsaures Kali zu. Die dadurch entstandene schwarze Beize ist zum Gebrauch fertig. — c) Blauholz wird mit Wasser gekocht, dem etwas Alaun zugesetzt ist, und die abgossene Brühe heiß auf das Holz aufgetragen. Nach dem Trocknen erzeugt eine aufgewischte Auflösung von essigsäurem Eisenoxydul, Eisenchlorid oder chromsaurem Kali die schwarze Farbe. — d) Man kocht unter Ersatz des verdampften Wassers 8 T. Blauholz mit 288 T. Wasser eine Stunde lang und dann noch eine Stunde unter Zusatz von 32 T. Galläpfeln. Hierauf setzt man der durchgeseihten Flüssigkeit 8 T. entwässerten Eisenvitriol und 1 T. Grünspan zu. Diese Flüssigkeit wird heiß aufgetragen; kleine Holzstücke werden darin längere Zeit liegen gelassen.

Braun [Nußbaum- und Mahagoni-Imitationen]. a) Eine starke Abkochung von Wallnußschalen in Wasser mit etwas Orlean und Pottasche (um einen rötlichen Ton hervorzubringen) gibt aufgestrichen ein hübsches Braun. — b) Desgleichen eine Auflösung von übermangansaurem Kali. — c) Wenn man das Holz mit Kupfervitriol tränkt und dann mit einer durch Schwefelsäure angesäuerten Lösung von Blutlaugensalz überstreicht, so wird es rotbraun. — d) Man bestreicht das Holz mit einer Abkochung von Katechu in sodahaltigem Wasser und nachher mit doppelchromsaurem Kali, ebenfalls in Wasser gelöst. — e) Durch Bestreichen mit Salpetersäure lassen sich verschiedene Töne von Braun erzeugen. — f) Ein Rezept zur Erzeugung von Mahagoni-Imitationen auf hellem Nußholze ist folgendes: Man beizt das Holz mit Salpetersäure vor, läßt trocknen und tränkt dasselbe dann mit einer Lösung von 3 T. Drachenblut und 1 T. Soda in 64 T. Spiritus, welche mittelst eines Pinsels so oft aufgetragen wird, bis die gewünschte Farbe entstanden ist. — g) Eine Abkochung von Mahagoni-Spänen gibt hellem Holze eine Mahagoni-Farbe.

Rot. Diese Farbe wird am schönsten erzeugt durch Lösungen von Anilinrot, Karmin (oder statt dessen eine Abkochung von 1 T. Kochenille in 160 T. Wasser mit 4 T. Weinstein), Krapp-Absud, (5 T. Krappwurzeln werden

mit 4 T. Wasser in. einem Gefäß digeriert, das in kochendem Wasser steht). Auch gibt eine Abkochung von 8 T. Fernambukholz mit 1 T. Alaun eine schöne rote Farbe, wenn das Holz vorher mit Zinnsalz (Zinnchlorür) vorgebeizt wird. — Nuancen von Rot kann man am einfachsten durch Nachbeizen erhalten; durch Salmiakgeist wird Karmin oder Cochenille karmoisin; durch Pottasche das Fernambukrot violett.

**Gelb.** Die Farbe wird entweder durch eine Abkochung von Gelbholz oder Querzitronrinde oder Kurkuma auf mit Alaun oder Zinnsalz vorgebeiztem Holz erhalten. — Der Anwendung des Chromgelb, welches als Präzipitationsfarbe erzeugt wird, indem man das Holz zuerst mit einer Lösung von 3 T. essigsauerm Bleioxyd in 100 T. Wasser trinkt und dann mit einer Auflösung von 1 T. doppeltchromsaurem Kali in 100 T. Wasser behandelt — mag wohl die Giftigkeit dieser Farbe entgegenstehen, obwohl sie nicht nur sehr dauerhaft, sondern auch durch Zusatz von Säure (Essig) oder Alkali (Pottasche) beliebig vom Kanariengelb bis Rot nuanciert werden kann.

**Blau.** Das Blau wird in großer Schönheit durch Indigo-Lösung hervorgebracht, die man sich am besten aus einer Färberei verschafft, auch durch haltbares Anilinblau. — Wenn man das Holz mit einer dünnen Eisenoxyd- oder Eisenchloridlösung trinkt und darauf mit Blutlaugensalzlösung behandelt, so wird dasselbe durch die Präzipitationsfarbe Berliner-Blau, je nach der Konzentration der Lösungen echt blau gefärbt.

**Grün.** Die Mischfarben überhaupt werden dadurch hervorgebracht, daß man erst eine und dann eine zweite Farbe aufträgt. — Also wird Grün erhalten, wenn man das gelb gebeizte Holz mit einer blauen Farbe überstreicht oder umgekehrt.

Zum Gelingen einer guten Färbung ist vor allem erforderlich, daß das Holz vollständig trocken und womöglich warm ist, weil nur in diesem Zustande die Holzporen so geöffnet sind, daß die Farbeflüssigkeiten gut eindringen können. Um ein flammiges Ansehen hervorzubringen, werden wohl einzelne Partien des Holzes vor dem Färben rauh gemacht, indem man sie mit einer halbscharfen Ziehklinge quer gegen die Fasern abzieht, weil die aufgekratzten Stellen mehr Farbe aufnehmen.

Es ist ferner die Auswahl des Holzes für bestimmte Imitationen wichtig, da einzelne Holzarten sich schlecht dazu eignen, andere aber gute Resultate geben. Als Regel muß gelten, daß man solche Holzarten wählt, die schon in ihrer natürlichen Beschaffenheit den Hölzern, die nachgebildet werden sollen, möglichst nahe stehen. — Darum ist zur Nachahmung von Ebenholz das Birnbaum-, Apfelbaum- und Lindenholz, sowie, wenn auch weniger, das Abornholz besonders zu empfehlen. — Zu Mahagoni ist das helle Nußbaumholz und das Holz alter Ulmen vorzüglich geeignet, weil diese Hölzer ein geflecktes und flammiges Ansehen haben. — Im übrigen muß den Arbeiter zur Hervorbringung bestimmter Farben und Schattierungen Geschicklichkeit und Erfahrung leiten.

## II. Mittel zur Hervorbringung eines Glanzes<sup>1)</sup>.

Die Erscheinung des Glanzes rührt her von einem hohen Grade der regelmässigen Reflektion des Lichtes (Spiegelung) und steht daher in einer be-

<sup>1)</sup> Siddon, Prakt. etc. Ratgeber in der Kunst des Schleifens und Polierens. 4. Aufl. Weimar 1875. — Wahlburg, Schleif- und Poliermittel. Wien.

stimmten Beziehung zu der Oberflächen-Beschaffenheit des reflektierenden (glänzenden) Körpers, indem die Stärke der Reflektion unter gleichen Umständen abhängig ist von der Glätte der Flächen, insofern als sie mit der Glätte zu- und abnimmt. Je geringer demnach die Rauigkeiten der Flächen sind, je größer wird ihr Glanz, weshalb die Hervorbringung glänzender Flächen zusammenfällt mit der Beseitigung der Flächen-Rauigkeiten. — Von großer Wichtigkeit für die Erzeugung des Glanzes ist die Struktur des Körpers, indem eine große und gleichmäßige Dichtigkeit zur Hervorbringung einer gewissen Glätte erforderlich ist. Aus diesem Grunde erhalten die Metalle leicht einen sehr hohen Glanz, während das poröse, mit höchst unregelmäßiger Struktur ausgestattete Holz im natürlichen Zustande nur einen sehr geringen Grad von Glanz annimmt. — Die Dauerhaftigkeit des Glanzes hängt ebenfalls von der Beschaffenheit des Materials ab, so zwar, als seine Härte und seine Fähigkeit, sich an der Luft etc. nicht leicht zu oxydieren, die Erhaltung des Glanzes bedingt. Daher hält sich der Glanz des harten Stahls selbst bei unausgesetztem Gebrauch (Polierwalzen der Goldarbeiter), während der hohe Glanz des Goldes und des Silbers infolge der Benutzung (der Münzen z. B.) schnell verschwindet und derjenige des Bleies, Zinks, Zinns etc. schon beim Liegenlassen an der Luft sich sehr bald verliert, obwohl er bei Luftabschluß eine außerordentlich lange Dauer hat, wie unter anderem der Zinnbelag des Spiegels zeigt.

Die Rauigkeit einer Oberfläche kann auf zweierlei Weise entfernt werden: Entweder 1. dadurch, daß sämtliche Erhöhungen bis auf den Grund der Vertiefungen weggenommen oder 2. dadurch, daß die Vertiefungen vollständig und bis zur Spitze der Erhöhungen ausgefüllt werden. In letzterem Fall endlich sind noch zwei Wege einzuschlagen, je nachdem man nämlich die Ausfüllung mit derselben Substanz durch Eindrücken der Erhöhungen in die Vertiefungen, oder mit einer anderen Substanz durch Einbringen dieser in die Vertiefungen bewerkstelligt.

Sonach kann die Erzeugung des Glanzes (*Poli*, *Polish*), welche allgemein den Namen Polieren (*Polir*, *Polish*) führt, stattfinden 1. durch ein fortgesetztes Schleifen, 2. durch Niederdrücken der erhabenen Theilchen, mittelst harter Körper (Stahl, daher Polierstähle; Stein, daher Poliersteine) und 3. durch Ausfüllen der Vertiefungen mittelst besonderer Substanzen, welche auch *Politur* genannt werden.

## A. Polieren durch Schleifen

(Glanzschleifen, *Polir*, *Polissage*, *Polishing*).

Diese Methode des Glanzgebens findet nur auf Metall Anwendung. Daß durch das Schleifen auf Schleifsteinen, das Feilen, das Schaben usw. die Oberfläche der Metallgegenstände bereits eine große Glätte erhalten kann, wenn das Korn des Steines, der Hieb der Feile etc. nur gehörig fein ist, ergibt sich zur Genüge aus der Betrachtung S. 411, 417 etc. Darum geht nicht nur dem eigentlichen Glanzschleifen in der Regel das Schleifen auf Steinen und mit anderen Hilfsmitteln oder das Befeilen, Abschaben etc. voran, sondern es dienen diese Arbeiten sogar in vielen Fällen als Vollendungsarbeiten und fallen daher mit den Vorarbeiten zum Polieren zusammen.

Zunächst verdient erwähnt zu werden, daß man in vielen Fällen statt der festen Steinmassen zweckmäßiger pulverförmige Stoffe, gewöhnlich steiniger Natur, zum Schleifen verwendet. Als Schleifpulver sind natürlich nur verhält-

nismäßig harte Körper zu gebrauchen, welche durch Zerstampfen, Pulverisieren auf Mühlen, Absieben und Abschlämmen in die gewünschte Feinheit übergeführt werden. Die gebräuchlichsten Materialien sind folgende:

Schmirgel (Schmergel, Smirgel, Émeri, *Emery*). — Der Schmirgel ist ein wesentlich aus reiner Tonerde bestehendes Mineral, eine Korund-Varietät, von sehr großer Härte (nach der mineralogischen Härteskala gehört er der 9. Härteklasse an und steht daher unmittelbar unter der Härte des Diamanten), der namentlich auf den griechischen Inseln Naxos und Ikaria (Naxos-Schmirgel), sodann in Kleinasien bei Magnesia (levantischer, türkischer Schmirgel), ferner in Ostindien, Spanien und dem sächsischen Erzgebirge gefunden wird. Die Farbe des Schmirgels nünanziert zwischen blaugrau und blau; fein gepulverter Schmirgel ist braungrau. Der blaue Schmirgel ist der beste, weil er der reinste ist. Zum Zwecke der Verwendung<sup>1)</sup> wird der in Stücken bis zu 50 kg Gewicht vorkommende Schmirgel in Steinbrechern gebrochen, in Pochwerken zerstampft, dann zwischen Walzen oder in einem Kollergang verfeinert, darauf gesiebt und geschlämmt, so daß er in mehreren, gewöhnlich 7, mitunter 34, Feinheitsnummern gewonnen wird. Seiner großen Härte wegen ist der Schmirgel besonders zum Schleifen der härtesten Metalle, von den harten Kupferlegierungen bis zum glasharten Stahl, geeignet. — Der hohe Preis des Schmirgels ist Veranlassung gewesen Ersatzstoffe einzuführen, welche oft auch den Namen Schmirgel tragen, unter Umständen sehr brauchbar sind, aber dem wirklichen Schmirgel an Güte gewöhnlich bedeutend nachstehen. So findet man oft unter obigem Namen nur ein gepulvertes Gemenge von Granaten, Quarz und Eisenglanz; oder den sog. Granatsand, Zirkonsand und selbst Eisenschlacke. — Das wichtigste Ersatzmittel ist Karborund (S. 419) und die beim Gebrauch des Thermits (S. 419, 468) abfallende Schlacke (Korubin).

Bimsstein (Ponce, Pierre-ponce, *Pumice-stone*). Der Bimsstein ist eine blasige, löcherige, schwammartige, scharf anzufühlende Masse, oft von faseriger Textur, sehr spröde und zerrieben ein scharfes Pulver gebend. Mineralogisch kann er als schaumig aufgetriebener Obsidian angesehen werden, der in Lavaströmen und als vulkanische Auswürflinge, namentlich auf den Liparischen Inseln, auch am Rhein, sodann auf den Inseln Island, Teneriffa usw. vorkommt. Seine Farbe ist hellgrau, selten bläulich, grünlich oder rötlichbraun. Seine Härte ist so groß, daß er sehr gut zum Schleifen der Metalle, besonders aber des Holzes verwendet werden kann. Man gebraucht ihn entweder in größeren Stücken oder als Pulver. In ersterem Fall erleiden die oft kopfgroßen Stücke mittelst der Säge eine Zerteilung in kleinere Stücke (auch mit der Raspel profiliert), wo dann die Schnittfläche zugleich Schleiffläche ist. Im zweiten Fall wird der Bimsstein pulverisiert und durch Schlämmen in verschiedenen Feinheiten erhalten. Beim Schleifen mit Bimsstein (Bimsen, Ponçage) auf Metall wird derselbe gewöhnlich mit Wasser, auf Holz mit Öl und nur wenn das Holz hell von Farbe ist, auch mit Wasser angefeuchtet. Unter künstlichem Bimsstein versteht man die S. 419, 5 angegebene hart gebrannte Masse.

Aus dem Mineralreiche kommen ferner außer den bereits S. 417 etc. genannten Schleifsteinen und ihren Pulvern noch zur Anwendung:

Feuerstein,

Sand, — und die künstlichen Erzeugnisse:

Hammerschlag S. 210,

Glas,

und zwar nur in Pulverform.

<sup>1)</sup> Dinglers Journ. 253, 301.

Einige aus dem Tierreiche und dem Pflanzenreiche stammende Schleifmittel mögen noch erwähnt werden, wengleich sie eine untergeordnete Rolle spielen, da sie selten auf Metall, öfters dahingegen auf Holz Anwendung finden.

Fischhaut, die raue Haut des Haifisches.

Sepia (Blackfischbein, Os de seiche, O. d. séche, *Cuttle bone*) namentlich zum Gebrauch auf hellem Holze.

Schachtelhalm (Prêle, Queue de cheval, *Horse tail*, *Dutch rush*), die getrockneten Stengeln der gleichnamigen Pflanze (*Equisetum palustre* und *E. hyemale*), deren Epidermis wegen des Reichtums an Kieselerde sehr hart ist und daher namentlich auf Holz, übrigens auch auf weichen Metallen (Zinn, daher Zinnkraut) gebraucht wird.

Schleifkohle. Da die Kohle der Hölzer mit feinem Gefüge (schwarzer Holunder, Linde) auf Kupfer, Messing, Silber, Argentan und Metallen ähnlicher Härte einen feinen Schliff erzeugt, so findet sie mitunter zum Schleifen dieser Metalle Verwendung.

Mit den eben genannten Schleifmaterialien lassen sich die Metalle wohl bis zu einem sehr hohen Grade glätten, allein doch nicht bis zu dem Grade, der zur Erzeugung eines tiefen Glanzes erforderlich ist, weil sie selbst im feinsten Zustande noch zusammenhängende Ritzen hinterlassen. Zur Herstellung der höchsten Politur müssen daher noch andere Mittel (eigentliche Poliermittel) in Anwendung kommen, welche höchst fein sind und nur sehr zart angreifen, daher auch ausschließlich in Pulverform (Polierpulver) gebraucht werden. Die wichtigsten derselben sind:

Kalk. Der gebrannte, ungelöschte Kalk liefert eine vorzügliche Politur, wenn er frei von Kohlensäure, Sand und Wasser, also nicht an der Luft zerfallen, und möglichst rein von fremden Beimengungen ist. Er muß dies durch ein weißes, gleichmäßiges Ansehen zu erkennen geben. Die vorzüglichste Sorte ist der Wiener Kalk in Stücken. — Aus Dolomit wird ebenfalls ein Polierkalk gewonnen, indem man denselben brennt, darauf löscht und dann mehrere Stunden glüht, wonach er sich nicht mehr in Wasser erhitzt (Wiener Kalk in Pulver). Um die guten Eigenschaften des Polierkalkes zu konservieren, muß man denselben in hermetisch verschlossenen Büchsen, Gläsern etc. aufbewahren. Beim Gebrauch wird er entweder mit Öl oder Ölsäure (auf Messing), mit Branntwein oder Wasser (auf Stahl und Eisen) getränkt.

Eisenoxyd. Sowohl das natürliche, als das künstlich bereitete Eisenoxyd ist eines der vorzüglichsten Polierpulver (Polierrot, Englisch Rot Pariser Rot, Krokus, Rouge, R. à polier, R. d'Angleterre, *Jeweller's red*, *Rouge, Crocus*). Das natürliche Eisenoxyd (das Hämatit mit seinen Abänderungen Eisenglanz und Roteisenstein) liefert, aufs feinste gemahlen und geschlämmt, zwar ein recht brauchbares Polierrot, ebenso das bei der Nordhäuser Schwefelsäure-Fabrikation zurückbleibende, unter dem Namen Kolkothar oder Totenkopf bekannte, allein für die feinen Arbeiten aus Stahl, Gold usw. muß dasselbe künstlich hergestellt werden, wozu folgende Vorschriften dienen. a) Man löst 17 T. Soda in 68 T. Wasser und erhitzt die Flüssigkeit zum Sieden. Sodann fügt man nach und nach 10 T. Eisenvitriol (kristallisiertes schwefelsaures Eisenoxydul) hinzu und läßt damit noch eine Zeitlang sieden. Nach dem Erkalten findet man am Boden des Gefäßes eine grünlich-weiße Masse von kohlensaurem Eisenoxydul, welche durch Abgießen von der Flüssigkeit befreit, sodann gut ausgewaschen und endlich durch schwaches Glühen in einem Tiegel in rotes Eisenoxyd verwandelt wird. — b) Wenn man eine siedend heiße Lösung von Eisenvitriol mit Kleesalz oder

besser Oxalsäure ausfällt und das Präzipitat bis etwa 200 Grad C erhitzt, so erhält man ein besonders gerühmtes, höchst zartes Polierrot. — c) Gleiche Teile Eisenvitriol und Kochsalz werden in einem Tiegel einige Zeit der Rotglühhitze ausgesetzt, und nachher die Masse mit kochendem Wasser ausgezogen. Man erhält hierbei das Eisenoxyd in metallglänzenden Schüppchen, welche sich in dem Wasser absetzen. — Das durch Glühen entstandene Polierrot hat je nach der angewendeten Glühhitze eine rote, braune oder bläulich-rote Farbe und auch verschiedene Härte, indem das braune und violette am härtesten und daher besonders auf Stahl (Stahl-Rouge), das rote, weniger hart und daher namentlich auf Gold und Silber (Gold-Rouge), anwendbar ist. — Zwischen der Wirkung des Polierkalkes und des Polierrotes besteht noch der bemerkenswerte Unterschied, daß der Kalk auf Stahl, Messing etc. eine helle, das Rot aber eine tief dunkle Politur erzeugt, was vermutlich davon herrührt, daß kleine Teilchen dieser Poliermittel sich in den Metallporen festsetzen.

Tripel (Tripoli, *Tripoli*). Der echte Tripel, welcher meist aus Kieselpanzern von Infusorien besteht und im Flötzgebirge und Diluvium vorkommt (in Tripolis, England, Sachsen), ist von gräulich-weißer oder gelblicher Farbe und etwas rauh anzufühlen. Wegen seiner geringen Härte (Gipshärte) ist er namentlich zum Polieren der weicheren Metalle (Gold, Silber, Kupfer, Messing, Britannia-Metall) recht geeignet, wozu er anfangs mit Öl, später trocken gebraucht wird.

Englische Erde (Terre pourrie, *Rotten stone*) ist eine vorzüglich in England vorkommende Varietät des Tripels, die in der Güte über den eigentlichen Tripel gestellt wird.

Zinnasche (Zinnoxid hergestellt durch Glühen von oxalsaurem Zinnoxidul, welches durch Fällen von 2 T. Zinnsalz in 12 T. Wasser mit 1 T. Oxalsäure in 6 T. Wasser gelöst erhalten wird).

Kreide (Schlämmeide).

Graphit.

Kienruß.

Gebrannte Knochen (Knochenasche, Beinasche).

Diamantin (geglühte Tonerde).

Bor. Da das Bor Diamanthärte besitzt, so ist es zum Polieren von gehärtetem Stahl vorgeschlagen, wozu es jedoch in das feinste Pulver verwandelt werden muß.

Die Arbeit des Schleifens und Polierens ist einigermaßen verschieden, je nachdem die Schleifmittel in Stücken oder in Pulver zur Verwendung kommen sollen. Bezüglich des ersten Falles genügt es, auf das S. 417 etc. Gesagte zu verweisen.

Bei dem Gebrauch der pulverförmigen Schleif- und Poliermittel ist es in den meisten Fällen erforderlich, das Pulver mit Hilfe besonderer Zwischenmittel an die Arbeitsfläche anzudrücken und dann auf derselben hin- und herbewegen, wozu zur Vermeidung des Verstaubens und zur Erzeugung eines gewissen Zusammenhanges, das Pulver entweder mit Wasser, Weingeist, Glycerin oder Öl zu einem dünnen Teig angemacht, oder in einer dünnen Schicht auf der Oberfläche des Schleif- oder Polierwerkzeuges befestigt wird. — Diese Zwischenmittel oder Werkzeuge sind zwar sehr mannigfaltig in Größe und Form, doch im ganzen sehr einfach. Oftmals ist es nur ein Stück weiches Leder, Filz, Tuch oder Leinwand, welches mit Schleifmaterial versehen, mit der Hand an das Arbeitsstück angedrückt und darauf hin- und hergeführt wird, wenn man es nicht vorzieht, das letztere sich bewegen zu lassen, z. B. auf der Drehbank. Sehr gebräuchlich sind ferner die Schleif- und Polierfeilen oder Hölzer

(Polissoir, *Stick*), welche bei Anwendung von Schmirgel den besonderen Namen Schmirgelfeile, Schmirgelholz (Rodoir, *Emery stick*) führen. Dieselben werden entweder aus Metall oder aus Holz angefertigt. Die ersteren bestehen dann aus glatt geschliffenen Eisen- oder Stahlstäbchen (alte, weich gemachte Feilen eignen sich vorzüglich dazu) oder aus Stäbchen von besonderer Komposition (Kompositionsfeilen) aus 8 T. Kupfer, 2 T. Zinn, 1 T. Blei, 1 T. Zink oder 8 T. Zink und 1 T. Kupfer. Die hölzernen Feilen müssen aus einem möglichst gleichförmigen, weichen Holze (Lindenholz, Weidenholz) gemacht werden, in welches das Pulver sich leicht eindrückt. Sehr oft beklebt man die Hölzer, um eine sehr weiche Unterlage zu erhalten, mit Leder, Tuch oder Kork. Die Gestalt und Größe dieser Hölzer und Feilen richtet sich selbstverständlich nach dem Arbeitsstücke. Mitunter wendet man zwei Feilen zugleich an, wenn das Arbeitsstück an zwei gegenüberliegenden Seiten geschliffen oder poliert werden soll, indem man das z. B. im Schraubstocke festgehaltene Arbeitsstück zwischen dieselben bringt und die letzteren, an beiden Enden mit den Händen zusammenfassend, darauf hin- und herzieht. Derselbe Gedanke liegt auch der Schleif- und Polierkluppe, Schmirgelkluppe zugrunde, welche zum Bearbeiten zylindrischer, durch die Drehbank bewegter Arbeitsstücke dient und, ähnlich der Scharnierkluppe (Fig. 417, E. S. 449), aus zwei konkav ausgeschnittenen Backen besteht, die sich an das Arbeitsstück anpressen. — Die Unbiegsamkeit der genannten Metall- und Holzfeilen macht dieselben in manchen Fällen für die in Rede stehenden Arbeiten unbequem oder unbrauchbar. Darum bedient man sich auch oft der Bürsten oder biegsamer Flächen aus Papier oder Kattun, deren eine Oberfläche mit Schleifpulver versehen wird (siehe die Anfertigung später unter Papier) [Schmirgelpapier, (Papier à l'émeri, P. d'émeri, P. émerisé, *Emery-paper*), Schmirgelkattun (Schmirgelleinwand, Toile émeri, *Emery-cloth*); Feuersteinpapier (*Flint-paper*); Sandpapier (Papier sablé, *Sand-paper*); Glaspapier (Papier verré, *Glas-paper*), Glasleinwand (Toile verré, *Glas-cloth*); Bimssteinpapier (Papier poncé, *Pumice-stone paper*)].

Da die Herstellung eines guten Schliffes und einer hohen Politur vermittelst der Handarbeit eine höchst mühevoll, langwierige und viel Geduld erfordernde Arbeit ist, so liegt der Gedanke nahe, mechanische Hilfsmittel dazu in Anwendung zu bringen. Besonders geeignet erscheint zu dem Zwecke die Drehbank, welche dann mit Schleif- oder Polierscheiben ausgestattet wird. Hierunter versteht man runde Scheiben, welche, wie die oben erwähnten Feilen, aus Holz oder Metall angefertigt und mit Schleifmaterial versehen, durch die Spindel in Drehung versetzt werden, so daß sie oft 15 m Umfangsgeschwindigkeit in der Sekunde erhalten. Zum Polieren beklebt man die Scheibe mit Leder (Lederscheibe) oder Filz und zum Schleifen bekleidet man sie zweckmäßig mit Schleifpapier oder Schleifleinwand. — Wenn die Oberfläche der Arbeitsstücke Vertiefungen und Erhöhungen besitzt, so wird statt der Scheibe eine drehende Bürste (Scheibenbürsten, Polierbürsten) aus Borsten oder Messingdraht auf die Spindel gesteckt. — Weil die harten Schleifpulver sich jedoch in die Spindel-lager der Drehbank setzen und dieselben schnell abnutzen, so sollte auf einer guten Drehbank das Schleifen nicht stattfinden, sondern an die Stelle derselben die Schleif- und Poliermaschine treten, deren Konstruktion wesentlich auf das Prinzip der Drehbank, sowie der Schleifmaschinen (S. 421) zurückzuführen ist<sup>1)</sup>, sehr zweckmäßig auch für besondere Zwecke eigens angeordnet

<sup>1)</sup> Dingers Journ. 133, 255; 212, 388; 219, 209; 222, 406; 229, 210, 321; 232, 308; 252, 358; 260, 457.

wird. — Zum Glätten der zylindrischen Walzen für Walzwerke, Papiermaschinen, Walzdruckmaschinen, Kalandere usw. ist folgende Vorrichtung in Gebrauch, welche zugleich als Vorbild zur Rundschleifmaschine (S. 422) gelten muß. Die zu bearbeitende Walze wird mit ihren Zapfen in ein Gestell gelegt und durch Riemen etc. in Drehung versetzt. Parallel mit der Walzenachse liegt in demselben Gestelle eine Welle, welche sich der Walze entgegen dreht und einen kurzen Zylinder mitnimmt, dessen Oberfläche das Schleifpulver, gewöhnlich Schmirgel, aufnimmt. Indem nun die Walze mit dem Schleifzylinder in Berührung gebracht und der letztere langsam längs der Welle verschoben wird, findet das Abschleifen statt. — Zum Abschleifen ebener Flächen bedient man sich eines eisernen mit Holz bekleideten Zylinders, oft von erheblichem Durchmesser (0,5 bis 1 m) und Länge (1 bis 1,5 m), dessen Oberfläche einen durch Leim befestigten Überzug von Schmirgel oder Bimssteinpulver besitzt, und der wie ein Drehstein mit horizontaler Achse in Umdrehung versetzt wird. Über diesem Zylinder liegt eine horizontale Tischplatte, aus deren Oberfläche der Schleifzylinder mit einem Mantelstücke etwas hervorragend. Das Arbeitsstück wird, indem man es über den Tisch hinwegschiebt, eben abgeschliffen. Diese Maschine dient namentlich zum Abschleifen von Holzstücken und ist dann mit einem Ventilator versehen, welcher den Schliff von unten her wegsaugt.

Eine höchst wirkungsvolle und einfache Maschine<sup>1)</sup> zum Schleifen großer ebener Flächen namentlich an Holzarbeiten (Türen, Täfelungen, Tischplatten und dergl.) ist in Fig. 441 skizziert. Sie besteht

der Hauptsache nach aus zwei Gußeisenarmen A und B, welche unter sich bei e und mit einer Wandplatte bei c gelenkartig verbunden sind. Am Ende F des Armes B sitzt

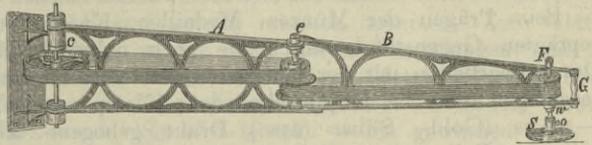


Fig. 441.

auf der vertikalen Welle w eine mit der Klemmschraube o gehaltene Scheibe, deren untere Fläche mit Sandpapier überzogen ist, welches über den Rand derselben gebogen und mit einem Spannring festgehalten wird. Die Drehung der Welle w mit 350 Umdrehungen in der Minute erfolgt durch Riemen, deren Rollen an den Gelenkstellen e und c ihre Achsen erhalten, so daß bei jeder Lage der Arme gegeneinander die Riemen gespannt bleiben; die Achse e ist, behufs Aufnahme weiterer Riemenscheiben zum Antriebe, nach oben verlängert. Die Gelenkverbindung von A und B gestattet mit Hilfe des Handgriffes G die Schleifscheibe nach allen Stellen des im Bewegungskreise unter der Scheibe auf einem Tische liegenden Arbeitsstückes zu bringen, ohne daß dieses selbst verschoben wird. Um bei kleinen Unebenheiten ein Spiel der Scheibe zu ermöglichen und den Andruck zu regeln, ist bei F in einer Büchse eine Spiralfeder gelagert, welche die Welle w mit bestimmter oder nachgiebiger Kraft abwärts schiebt. — Zum Schleifen ebener und profilierter Holzleisten eignet sich auch eine Maschine mit endlosem Bande, das mit einem Sand- oder Glaspulverüberzuge versehen ist und für profilierte Flächen durch eine profilierte Platte an die Leistenoberfläche angedrückt wird.

Eine besondere Art des Schleifens und Polierens verdient noch Erwähnung, weil sie vorzüglich geeignet ist, eine große Zahl kleiner Gegenstände:

1) Dinglers Journ. 229, 210.

Münzen vor dem Prägen, Kettenglieder oder fertige stählerne Uhrketten, Schnallen, Metallknöpfe, Stahlperlen, Stahlfedern etc. auf einmal blank zu machen. Sie besteht in der Anwendung einer sich um die horizontale Achse drehenden Tonne (Scheuertonne), in welcher sich die Arbeitsgegenstände mit den entsprechenden Schleifpulvern befinden und durch die Drehung der Trommel sich gegenseitig abschleifen. — Eine Maschine zum Schleifen und Polieren von Kugeln (Lagerkugeln)<sup>1)</sup> besteht aus einer kreisförmigen horizontalen Nut zur Aufnahme der Kugeln und zwei sich rasch drehenden horizontalen Schleifscheiben, zwischen welchen die Kugeln langsam herrollen.

## B. Polieren durch Druck.

Bei der Betrachtung der formgebenden Werkzeuge S. 153 etc. sind die Vorgänge ausführlich erörtert worden, welche eintreten, wenn auf ein dehnbares Material ein Druck mit Hilfe der formgebenden Werkzeuge ausgeübt wird. Namentlich wurde nachgewiesen, daß die Gestalt der Oberfläche derjenigen der Aufsetzfläche umgekehrt kongruent wird, wenn der ausgeübte Druck zum Verschieben der einzelnen Körperteilchen ausreicht. Aus demselben Grunde muß auch durch den Druck einer glatten Aufsetzfläche eine glatte Arbeits-Oberfläche, also eine glänzende Arbeitsfläche entstehen, wenn die Aufsetzfläche glänzend ist. Auf diesem Satze beruht das Verfahren durch Druck die dehnbaren Körper, also Metalle, zu polieren, ein Verfahren, welches außerordentlich häufig Anwendung findet. — Beim Prägen der Münzen, Medaillen, Knöpfe etc. entsteht der Glanz der geprägten Gegenstände durch die hoch polierte Fläche der Prägstampel. — Durch Bearbeiten mit der polierten Bahn eines Hammers werden Metalle blank geschlagen (eine bei Kupferschmieden, Klempnern etc. oft vorkommende Arbeit. — Aus (Gold-, Silber- usw.) Draht gebogene Ringelchen geben mit der polierten Bahn eines Hammers platt geschlagen die bekannten glänzenden Flittern. — Wenn Metalldraht durch polierte Walzen geplättet wird (S. 187), so werden die beiden Oberflächen zugleich poliert [Anfertigung von Lahn (Gold- und Silber-) zu Gespinsten, Tressen etc.]. Auch Blech wird auf solche Weise glänzend gemacht.

Im engeren Sinne versteht man jedoch unter Polieren durch Druck dasjenige Verfahren, bei welchem man besonders geformte, harte, hochglänzende Körper (Polier-Werkzeuge) mit entsprechendem Drucke über die Arbeitsstücke so lange hin- und herschiebt, bis letztere die gewünschte Glätte erhalten haben. Da die Aufsetzflächen der Polierwerkzeuge der Erhaltung des Glanzes wegen sehr hartem Material angehören müssen, so wird als solches entweder glasharter Stahl (Polierstahl, Brunissoir, *Burnisher*) oder ein harter Stein (Polierstein, Pierre à brunir, *Burnishing-stone*) genommen. — Als Poliersteine eignen sich besonders die verschiedenen Quarze: Chalzedon, Jaspis, Achat oder gestreifter Chalzedon, ferner der Blutstein (Sanguine, Pierre sanguine, *Blood-stone*) oder Glaskopf, ein faseriger Roteisenstein. — Dem Stahl wird durch Schmieden, Feilen, Drehen etc. zuerst die passende Gestalt gegeben, darauf wird derselbe gehärtet und aufs feinste geschliffen und endlich mit Polierrot oder Kalk auf das Höchste poliert. — Die Steine werden durch Schleifen und Polieren zugerichtet. Zum bequemen Handhaben der Polierstähle oder Steine werden dieselben in hölzerne Stiele gesteckt, die oft so lang sind, daß man sie zur Ausübung eines starken Druckes unter den Arm oder auf die Schulter

1) Masch.-Konstr. 1895, S. 150.

legen kann, wie das Schnitzmesser (S. 252). — Zur weiteren Druckvergrößerung wird dieselbe Vorrichtung angetroffen, welche in Fig. 412 S. 426 für Schaber dargestellt ist: statt des Schabers *c* wird in die 600 bis 900 mm lange Stange (Gerbstange) dann ein Polierstahl (Gerbstahl) eingesetzt.

Da es sehr viel Geschicklichkeit erfordert mit dem Polierstahl größere Flächen streifenlos zu polieren, und da das Polieren auf sehr hartem Material höchst anstrengend ist, so steht dieses Polierverfahren hauptsächlich nur da in Anwendung, wo kleinere Flächen nicht harter Metalle (Kupfer, Gold, Silber, Argentan usw.) poliert werden sollen. Ausnahmen bilden hiervon die größeren Zinnarbeiten, die fast nur durch Druck poliert werden, und die Kupferplatten der Kupferstecher, die neben der Glätte zugleich eine größere Dichtigkeit an der Oberfläche erhalten sollen.

Wenn die Aufsetzfläche der Polierwerkzeuge auch noch so glatt ist, so reiben sich doch kleine Teilchen von dem Arbeitsstück ab und setzen sich an das Werkzeug fest. Dieses wird aber dadurch mehr und mehr wirkungsloser. Zur Vermeidung dieses Übelstandes und gleichzeitig zur Verminderung der Reibung wird der Stahl mit Seifenwasser, Öl oder auch Bierhefe angenetzt und von Zeit zu Zeit auf einem Lederkissen mit Polierrot oder Kalk und Öl abgerieben.

Besonders gestaltete Oberflächen bedingen mitunter auch eigene Polierstähle. — Zum Glätten runder Löcher bedient man sich daher schlankkonischer Werkzeuge mit rundem oder halbrundem Querschnitte, welche wegen ihrer Verwandtschaft mit den Reibahlen (S. 427) den Namen Glättahlen oder Polierahlen (*Alésoir rond, Round-broach*) erhalten haben. — Zum Glätten und Polieren solcher Oberflächen, welche viele kleine Vertiefungen und Erhöhungen besitzen, gebraucht man mit Erfolg die aus Metall (Messing-)Draht oder Glasgospinst angefertigten Drahtbürsten (Kratzbürsten, Grattebosse, Gratte-brosse, *Wire-brush, Scratch-brush*). — So gewinnen z. B. die galvanisch versilberten oder vergoldeten Oberflächen, welche das Silber oder Gold in sehr kleinen Kriställchen angenommen haben und daher matt erscheinen, ihren Glanz durch Bürsten mit schnell rotierenden Bürsten.

### C. Polieren durch Dichtung.

Es ist schon oben S. 514 erwähnt worden, daß poröse Körper mit unregelmäßiger Struktur, wie also die Hölzer, durch Schleifen nur einen geringen Grad von Glanz anzunehmen vermögen, und daß es demnach zur Hervorbringung einer Politur erforderlich ist, die an die Oberfläche tretenden Poren und sonstige Vertiefungen mit einer Substanz auszufüllen, die nicht nur eine kontinuierliche Fläche erzeugt, sondern auch die Eigenschaft besitzt, Glanz anzunehmen. Die in diesen Worten skizzierte, lediglich auf Holzgegenständen anzuwendende Arbeit wird ebenfalls Polieren genannt, wenn die verwendete Substanz eingerieben wird (im Gegensatz zum Aufpinseln).

Um das Einreiben der politurgebenden Substanz zu erleichtern oder überhaupt möglich zu machen, wird dieselbe stets im flüssigen Zustande als Politur gebraucht. Die Grundlage der Politur bilden Harze, Gummi oder Wachs, welche in Flüssigkeiten gelöst werden, die leicht verdunsten und die feste Masse als dünne Decke zurücklassen.

Unter den Harzen findet der Schellack (*Laque en écailles, L. plate, L. en feuilles, L. en tablettes, Shell-lac*) zur Anfertigung der Politur die ausgedehnteste Anwendung. Außerdem werden noch dazu gebraucht: Sandarak,

Mastix, Kopal, Benzoë. Das Auflösungsmittel dieser Harze ist Weingeist, selten Ammoniak oder Boraxlösung. Eine Lösung von 1 T. Schellack in 7 bis 8 T. Weingeist, von etwa 90% nach Tralles bildet die gewöhnliche Tischler-Politur (Schellack-, Wiener-, Französische Politur, Vernis, *French polish*). Man erhält die Auflösung zwar schon in der Kälte, doch ist es zweckmäßiger, die Mischung eine Zeitlang in die Sonne oder auf einen warmen Ofen zu stellen. — Mitunter setzt man dieser Politur wohl Mastix, Benzoë oder Sandarak zu, um die Härte der zurückbleibenden Decke etwas zu verringern. Passende Verhältnisse sind dann: 70 T. Schellack, 4 T. Mastix, 4 T. Sandarak und 750 T. Weingeist; oder 6 T. Schellack, 3 T. Sandarak und 100 T. Weingeist. — Wegen seiner dunkelbraunen Farbe gibt der Schellack der Oberfläche weißer Hölzer (z. B. Ahorn) einen bräunlichen Ton, zu dessen Vermeidung man wohl den Schellack vor seiner Anwendung bleicht (gebleichter Schellack). — In manchen Fällen wird andererseits die Politur gefärbt: Rot durch Karmin, Orseille oder Santelholz; Schwarz durch Kienruß; Blau durch Indigo; Rotbraun durch Katechu und durch entsprechende Anilinfarben.

Das Auftragen der Politur auf das Holz, welches mittelst der Ziehklinge glatt geschabt oder mittelst Bimsstein, Schachtelhalm etc. mit der Hand oder auf der Sandmaschine gut abgeschliffen sein muß, geschieht mit Hilfe eines Polierbäuschens, welche aus einem Schwamme oder einem lockeren Gewebeklumpen (alte Gardinen, Strumpfstücke) besteht, der mit Politur getränkt, in alte feine Leinwand eingelegt wird. Mit diesem Bäuschen täht man dann unter gelindem Drucke auf der Holzoberfläche in geraden, kreisförmigen, zyklodischen usw. Zügen hin und her. Indem dabei die Politur durch die äußere Umhüllung hindurch gedrückt wird, lagert sie sich (die erforderliche Geschicklichkeit des Arbeiters vorausgesetzt) überall gleich dick ab und bildet bald einen zarten glänzenden Überzug. — Die große Flüchtigkeit des Weingeistes veranlaßt ein sehr schnelles Trocknen der Politur und darum bald einen Zustand, in dem dieselbe stark klebrig wird und die Arbeit sehr erschwert. Um diesem Übelstande zu begegnen, also die Polierflächen schlüpferig zu erhalten, werden von Zeit zu Zeit einige Tropfen Leinöl auf die Oberfläche des Polierballens geträpfelt. — Die Vorschläge, den Schellack statt in Weingeist, in weniger schnell verdunstenden Salmiakspiritus oder in einer Auflösung von Borax in Wasser zu lösen, sind anderer hierdurch erzeugten Übelstände halber nicht in Aufnahme gekommen.

Wenn es sich nur um die Hervorbringung eines Glanzes von untergeordneter Bedeutung handelt, z. B. bei Fußböden, Möbeln etc., so kann man sich mit Erfolg der Wachspolitur (*Poli à la cire*, *Wax polishing*) bedienen, einer aus 10 T. Wachs und 4 bis 7 T. Terpentinöl durch Erwärmen hergestellten Salbe (Polierwachs, Bohnwachs) oder einer Art Wachsseife, welche mit steifen Bürsten oder einem Lappenballen eingerieben wird.

### III. Mittel zur Erzeugung verzierter Oberflächen.

Unter verzierten Oberflächen mögen hier solche verstanden werden, welche bestimmte Zeichnungen aufweisen, die entweder vertieft oder erhaben auf der Fläche liegen, oder durch Abwechslung matter Stellen mit glänzenden entstehen, oder durch besonders eingelassene Substanzen gebildet werden, die durch Farbenunterschiede wirken. — Da erhöhte oder vertiefte Zeichnungen, als auch solche, die durch Mattieren zum Vorschein kommen, offenbar ebensowohl durch mechanisches Wegarbeiten (Gravieren, Schleifen), als durch Wegbeizen (Ätzen)

erzeugt werden können, und der Begriff der eingelegten Arbeit hier auf alle dazu verwendbaren Stoffe ausgedehnt ist, so sind in folgendem sämtliche Arbeiten zusammengestellt, welche wesentlich die Erzeugung solcher Oberflächenverzierungen bezwecken.

### A. Gravieren (Graver, Gravure, *Engraving*).

Unter Gravieren im engeren Sinne begreift man jene Arbeiten, welche nach einer auf der Metall- oder Holzfläche durch Vorritzen, Vorbeizen usw. hervorgebrachten Skizze mit Hilfe kleiner Meißel, Grabstichel (S. 249) eine vollendete Zeichnung liefern, wie sie auf Gold- und Silberwaren, Uhrgehäusen, Metallgefäßen etc. vorkommen und demnach namentlich von der Geschicklichkeit und dem Geschmacke des Arbeiters (Graveur) abhängen. — Spezielle Fälle dieser Art bilden die Arbeiten des Stempelschneiders, Medailleurs, Schriftstechers, Kupferstechers, Holzschneiders. — Im weiteren Sinne rechnet man auch hierher das Ziselieren, das ist diejenige Arbeit, welche an den Gegenständen der Kunstgießerei (Statuen etc.) vorgenommen wird, um die durch das Gießen nicht vollkommen ausgebildeten Feinheiten der Oberfläche hervorzu bringen. Die Hauptwerkzeuge für diese Arbeit sind Meißel, Grabstichel, Feile und Schleifstein.

Bei regelmäßigen Zeichnungen (geometrischen Figuren), wie sie unter anderem die Schraffierungen (*Hachure, Hatching*), die Guillochierungen (*Guillochis, Guilloshed-work*) — das sind die eigentümlichen, regelmäßigen Verschlingungen von Linien, welche Kreisen, Ellipsen, runden Vierecken usw. angehören und auf Uhrgehäusen, Knöpfen, Gold- und Silberwaren etc. in großer Mannigfaltigkeit und Abwechslung Zeichnungen darstellen — darbieten, sowie beim Übertragen einer Zeichnung von einem Relief auf eine Fläche etc. sind übrigens zur Unterstützung und Beschleunigung besondere mechanische, mit Gravierwerkzeugen arbeitende Hilfsmittel in Gebrauch: Schraffiermaschinen<sup>1)</sup>, Graviermaschinen, Guillochiermaschinen<sup>2)</sup> (*Machine à guillocher, Tour à guillecher, Rose-engine*), Reliefkopiermaschinen<sup>3)</sup>, Glyptographische Maschinen (*Machine glyptographique*).

Auf dem Prinzip des Gravierens beruht auch das mechanische Hervorbringen der in Farben schimmernden Metalloberflächen, des Irisierens, das dadurch entsteht, daß man die Oberfläche mit einer großen Zahl sehr feiner und sehr naheliegender Linien ausstattet und zwar entweder durch Einritzen vermittelt spitzer Grabstichel etc. oder durch Prägen vermittelt Stempel, deren Oberfläche in kleine Dreiecke geteilt und dann mit Hilfe einer mit einer Diamantspitze versehenen Schraffiermaschine aufs feinste schraffiert ist.

Desgleichen gehört hierher das Ausschleifen von Oberflächen durch einen Sandstrahl (*Sandstrahlprozeß*<sup>4)</sup>). Dieses Verfahren beruht darauf, daß scharfkörniger Sand, gegen harte Körper geschleudert, diese stark und schnell abschleift, weiche Körper dahingegen sehr langsam angreift. Legt man daher auf einen Metallkörper eine Schablone von Kautschuk, Leder, Gewebe oder auch von dickeren Metallplatten und bläst Sand dagegen, so werden die unbedeckten Stellen geschliffen. Besonders geeignet scheint diese Methode zur Erzeugung matter Flächen auf mechanischem Wege (*Mattieren*).

<sup>1)</sup> Techn. Encyklop. Bd. IX, S. 84. — Armengaud, Publ. ind. Bd. 18, S. 421. — Prakt. Masch.-Konstr. 1871, S. 33. — Dingers Journ. 215, 501; 221, 112. — <sup>2)</sup> Techn. Encyklop. Bd. VII, Art. Guillochieren. — v. Kulmer, Handbuch für Goldarbeiter. Weimar 1872, S. 132, Taf. XVIII. — <sup>3)</sup> Karmarsch, Relief-Maschine, Hannover 1836. — <sup>4)</sup> Berliner Verh. 1874, S. 26. — Ztschr. d. V. d. Ing. 1892, S. 676. — Dingers Journ. 212, 14, 524; 233, 311; 237, 77; 241, 197; 270, 351; 289, 301; 297, 12. — Rundschau 1900, S. 69; 1902, S. 3. — Bayr. Ind.- und Gew.-Bl. 1903, S. 109.

## B. Ätzen (Graver à l'eau forte, *Etching*<sup>1)</sup>).

Da die Metalle und ihre Legierungen von Säuren aufgelöst werden, so kann man offenbar durch letztere ebenfalls Vertiefungen auf Metalloberflächen nach beliebigen Zeichnungen erzeugen, wenn man nur diesen Zeichnungen entsprechend die Wirkung der Säuren auf bestimmte Stellen beschränkt, was am einfachsten dadurch erreicht wird, daß man diejenigen Stellen, welche nicht der Einwirkung der Säuren ausgesetzt werden sollen, durch einen Überzug dagegen schützt. Das Verfahren (Ätzen) fordert demnach zwei Operationen: die Erzeugung des Überzuges und das Aufbringen der Ätzflüssigkeit. Der Überzug muß aus Substanzen (Ätzgrund, Vernis, *Etching varnish*) gebildet werden, die nicht nur den Ätzflüssigkeiten vollständig widerstehen, sondern auch fest anhaften müssen, damit sie von der Flüssigkeit nicht abgehoben werden. Der Ätzgrund besteht daher gewöhnlich aus Gemengen von Harzen, Wachs, Pech etc., welche zusammengeschmolzen und durch Umherfahren auf dem erwärmten Gegenstande aufgetragen werden, wobei es zweckmäßig ist, sie in feine Leinwand einzuschlagen. Folgende Mischungen sind hierzu empfehlenswert: 2 T. weißes Wachs, 2 T. Mastix und 1 T. Asphalt; oder 4 T. weißes Wachs, 4 T. Asphalt, 1 T. Pech und 1 T. Burgunderharz; oder 1 T. Pech, 1 T. Guttapercha, oder 1 T. schwarzes Pech wird bei gelinder Wärme mit 1,5 T. Kolophonium, 1 T. Dammarharz und 1 T. Terpentinöl zusammengeschmolzen. Da manche Gegenstände nicht erwärmt werden können oder dürfen, so ist hier der Beizgrund flüssig, d. h. in Auflösung aufzutragen. Solcher Ätzfirnis wird am einfachsten durch Auflösen eines Ätzgrundes in Terpentinöl oder Benzin hergestellt und mit einem weichen breiten Pinsel über die Fläche verteilt.

Die Wahl der Materialien zu der Ätzflüssigkeit (Ätzwasser, Mordant, Eau forte, *Mordant*) richtet sich natürlich nach dem Material des Arbeitsstückes. Gewöhnlich benutzt man: auf Eisen und Stahl eine Auflösung von 15 g Quecksilber-Sublimat in 450 g Wasser mit 1 g Weinsäure und 16 bis 20 Tropfen Salpetersäure; oder Salzsäure mit gleichen Teilen Wasser vermischt mit Zusatz einiger Tropfen weingeistiger Chlor-Antimon-(Spießglanzbutter-)Lösung; auf Gold verdünntes Königswasser; auf Kupfer, Messing und Silber verdünnte Salpetersäure; oder auf Kupfer und Messing eine aus 10 T. rauchender Salzsäure und 70 T. Wasser bestehende Flüssigkeit, der man noch 2 T. chlorsaures Kali in 20 T. kochendem Wasser gelöst und für sehr zarte Ätzungen noch 100 bis 200 T. Wasser zusetzt; oder, um die schädlichen Dämpfe zu vermeiden, 3 T. Salpetersäure mit 1 T. Wasser verdünnt und Zusatz von  $\frac{1}{2}$  T. gepulvertem, doppelchromsaurem Kali (dieser Flüssigkeit muß von Zeit zu Zeit Chromsalz zugesetzt werden); oder eine Eisenchloridlösung. Wenn es sich um sehr scharfe Konturen, z. B. für die Kupferdruckplatten handelt, so ist folgendes Verfahren empfohlen: Man überzieht die Kupferplatte mit einer fest anhaftenden dünnen Schicht mit Silber und diese mit Ätzgrund, in welchen nun die Zeichnung, Striche, Namen etc. mit der Radiernadel oder einer Diamantspitze (*à la pointe sèche*) eingeritzt wird, worauf man mit Eisenchlorid ätzt<sup>2)</sup>. — Zum Ätzen wird das Arbeitsstück entweder in die Flüssigkeit gehängt, oder es wird mit einem Rande aus Wachs versehen und dann das Ätzwasser darauf gegossen. Die beim Einfressen entstehenden Bläschen müssen fortwährend mit einem Pinsel oder einer Federfahne entfernt werden, weil unter den Bläschen keine Einwirkung stattfindet.

<sup>1)</sup> Schubert, Ätzen der Metalle. Wien. — Kayser, Chemisches Hilfsbuch. Würzburg 1885. — <sup>2)</sup> Wagners Jahresber. 1874, S. 137.

Es ist wiederholt in Vorschlag gebracht<sup>1)</sup> glatt geschliffene Eisen- und Stahlbruchflächen zu ätzen, um auf die Beschaffenheit des Materials zurückzuschließen. — Daß beim Damaszener-Stahl durch Ätzen die Damaszierungen zum Vorschein kommen, ist bereits S. 12 erwähnt. — Ferner mag noch angedeutet werden, daß auch die Photographie im Dienste der Ätzkunst steht.

### C. Emaillieren (Emailler, *Enamelling*).

Emaillieren heißt das Verfahren, durch welches Metalle mit glasartigen Überzügen (Email, Schmelz, Glasschmelz, Email, *Enamel*<sup>2)</sup>) versehen werden. Nur sofern die Emaillierung (Emaillure) zum Zwecke der Verzierung auf Metallgegenständen angebracht wird, gehört sie hierher. — Das Wichtigste bei dem Emaillieren ist die Zusammensetzung der Glassätze, nicht nur, um die gewünschte Farbe zu erzeugen, sondern auch um ein gutes Anhaften an die Gegenstände zu veranlassen, und es liegt in der Natur der Sache, daß diese Sätze sehr verschieden sein müssen.

Man unterscheidet durchsichtige und undurchsichtige Emailen, je nachdem die Substanzen vollständig oder unvollständig in Schmelzung geraten. Da die letzteren für den vorliegenden Fall die Regel bilden, so mag es auch hier genügen, ihre Bereitung kurz anzugeben und des weiteren auf die angeführten Abhandlungen zu verweisen. — Das undurchsichtige Email besteht aus einem Glassatze von leichter Schmelzbarkeit, welcher mit Zinnoxid oder Knochenasche (phosphorsaurem Kalk) undurchsichtig gemacht wird. Die größere Schmelzbarkeit wird durch Bleioxyde, Borax oder phosphorsaures Natron, die Farbe durch Metalloxyde erzielt, z. B. Blau durch Kobalt, Rot durch Gold, Gelb durch Silber oder Antimon, Grün durch Kupferoxyd und Chromoxyd, Violett durch Braunstein, Schwarz durch eine große Menge Metalloxyd, namentlich durch eine Mischung von Braunstein, Kupferoxyd und Kobaltoxyd.

Den Grundstoff bildet dann ein Glas, welches aus 3 T. Sand, 1 T. Kreide, 3 T. kalzinierem Borax, oder 3 T. Kristallglas, 1 T. kalzinierem Borax,  $\frac{1}{4}$  T. salpetersaurem Natron und 1 T. Antimonoxyd besteht. — Diese Stoffe werden zunächst zu einer Fritte und dann noch einmal mit den färbenden Metalloxyden zusammengeschmolzen, deren Zusatzmengen sich nach dem gewünschten Tone richten.

Das zweckmäßigste Metall als Grundlage der emaillierten Schmucksachen (Ringe, Dosen, Brochen, Ordensdekorationen etc.) ist Gold und zwar das reine oder mindestens 20karatige, wengleich auch Silber, Kupfer und vergoldetes Tombak Verwendung findet. Das Email wird gepulvert und mit Wasser zu einem Breie angerührt auf die vollständig metallisch reine Fläche aufgetragen und dann im Muffelofen eingebrannt, d. h. bis zum Schmelzen erhitzt, so daß es über die Fläche fließt. — Soll auf ein Email anderes Email (von verschiedener Farbe) kommen, so muß dieses leichtflüssiger als jenes sein, wenn nicht beide durcheinanderlaufen sollen. — Um Emailen vollständig getrennt zu halten, werden die zu emaillierenden Flächen oft zur Aufnahme der Emailen kastenartig vertieft ausgearbeitet, so daß feine Metalllinien die Umrisse der Zeichnungen bilden. — Eine besondere Art Emaillierung ist das Niellieren (nach dem Erfinder Niel so genannt), welches darin besteht, daß man eine Schwefelsilber enthaltende Masse auf Silber einschmilzt, welches zu dem Zwecke mit Stempeln oder durch Gravieren entsprechende Vertiefungen bekommen hat.

<sup>1)</sup> Polyt. Centr. 1874, S. 380. — Dingers Journ. 212, 40. — <sup>2)</sup> Randau, Fabrication der Emaille und das Emaillieren. Wien 1879.

Die Masse wird erhalten durch Zusammenschmelzen von 750 g Schwefelblumen mit 75 g Salmiak in einem Tiegel und Zugießen einer in einem besonderen Tiegel geschmolzenen Metallmischung aus 15 g Silber, 40 g Kupfer und 80 g Blei. Nach gehöriger Einwirkung, d. h. nachdem sich Schwefelverbindungen gebildet, wird die ganze Masse über ein Reiserbündel in Wasser gegossen und später fein gepulvert. Auf das vorbereitete Arbeitsstück aufgetragen und eingeschmolzen, entstehen sehr fest anhaftende, schwarze, emailartige Zeichnungen, welche unter dem Namen Niello auf silbernen Dosen, Fingerhüten, Bonbonnieren, Kästchen usw. bekannt sind. Die Tula-Dosen, in Tula (Rußland) fabriziert, gehören hierher. — Mitunter wird eine falsche Emaillierung auf ordinären Arbeiten dadurch erzeugt, daß man die Vertiefungen mit einem Kopallacke ausfüllt, dem die gewünschten Farben zugesetzt sind.

#### D. Eingelegte Arbeiten.

Zeichnungen auf Metall und Holz lassen sich auch dadurch erzeugen, daß man in eingravierte oder eingeschnittene Furchen oder sonstige Vertiefungen Metall- oder Holzstücke legt und passend befestigt. Dadurch entstehen die eingelegten Arbeiten, welche sowohl bei Metall- als namentlich bei Holzgegenständen (*Marqueterie*, *Inlaying*, *Inlaid work*, *Marquetry*) häufig zur Verzierung und Verschönerung angewendet werden. Beispiele bieten die oft mit großer Kunst angefertigten Verzierungen an Gewehr-Schäften, -Schlössern und -Läufen, auf Säbeln, Dolchen, Messern; auf Kästchen, Tischen, Stäben, Billardqueus usw. Die eingelegten Teile sind aus Gold, Silber und anderen Metallen, edlen oder schön gefärbten Hölzern, Perlmutter usw., die entweder durch einfaches Eindrücken oder mit Hilfe von Befestigungsmitteln (Lot, Leim, Firnis etc.) mit den Arbeitsstücken fest verbunden werden. Ein einfaches Andrücken genügt z. B. zur Anbringung von Blattmetall auf gravierten oder geätzten Flächen; dickere Metallplatten werden dadurch befestigt, daß man sie in die Vertiefungen einklopft, nachdem man die Ränder der letzteren etwas untergraben hat.

Eine der eingelegten Arbeit ähnliche Verzierung kann auf Holz auch durch Einbrennen erhalten werden, wenn man eiserne Formen so weit anwärmt und auf das Holz preßt, daß die gebrannte Stelle tief- oder hellbraun erscheint, und nun das Holz bis zum Verschwinden der Vertiefungen abhobelt. Weil die gebräunten Stellen sich erst allmählich im Holze verlieren, so erscheinen die Figuren wie getuscht (*Pyrographie*). Neuerdings bedient man sich zu pyrographischen Arbeiten häufiger eines Brennapparates, bei dem ein Platin- oder Iridiumstift durch Benzindämpfe im Glühen gehalten und in diesem Zustande wie ein Zeichenstift geführt wird.

#### E. Überziehen.

Nicht nur zur Hervorbringung eines gleichmäßigen, sauberen Ansehens, als auch namentlich zur Abhaltung des die Oxydation (Rosten etc.) erzeugenden Sauerstoffes der Luft und des Wassers und zum Schutze gegen die Einwirkung gewisser Stoffe (Säuren, Salze etc.) wird eine große Menge Gebrauchsgegenstände mit einem Überzuge versehen, der nicht nur aus den verschiedensten Stoffen (Fett, Lack, Firnis, Emaille, Metalle, Holz etc.) bestehen kann und muß, sondern auch auf verschiedene Weise zu befestigen ist (Ankleben, Aufschmelzen, Galvanische Niederschläge usw.). Alle diejenigen Verfahrensarten, welche nun

die Bestimmung haben, einen solchen Überzug hervorzubringen, sollen daher ohne Rücksicht auf ihre verschiedenen Zwecke hier zusammengestellt werden.

**Einölen, Einfetten.** Um Eisen- und Stahlgegenstände gegen Rosten zu schützen und blank zu erhalten, überzieht man sie mit einer höchst dünnen Schicht Öl oder Fett, indem man mit einem mit Öl oder Schmalz getränkten Lappen oder weichen Leder darüber hinwischt. Für feine, z. B. polierte oder geschliffene Gegenstände (welche übrigens durch das Einölen an Glanz verlieren und darum besser durch Aufbewahren in einem trockenen Raum gegen Rost geschützt werden) muß das Öl sehr rein und nicht ranzig sein; es empfiehlt sich hier das sog. Klauenfett oder in Ermangelung dessen, feines Provenzer Öl; für ordinäre Sachen genügt gewöhnliches Baumöl, Schweinefett, Vaseline oder frisch ausgelassener Talg. Die eingetrockneten Öle (Leinöl, Mohnöl) sowohl, als die sich gänzlich verflüchtigenden (Petroleum, rektifiziertes Terpentinöl etc.) sind verwerflich. Dahingegen ist ein dünner Überzug von Paraffin ein gutes Schutzmittel, den man dadurch hervorbringt, daß man die wömmöglich etwas erwärmten Gegenstände mit einer Auflösung von 1 T. Paraffin und 20 T. Benzin oder Petroleum einreibt.

**Anstreichen, Firnissen, Lackieren**<sup>1)</sup>. Metall- und Holzarbeiten erhalten in sehr vielen Fällen einen feststehenden harten Überzug durch Auftragen flüssiger, aber fest und hart werdender Substanzen, welche durch Eintrocknen entweder eine undurchsichtige oder eine durchsichtige Haut zurücklassen und je nach der Qualität des Gegenstandes aus ordinären, billigen oder feineren, teureren Stoffen bereitet werden und den Namen Anstrich, Firnis oder Lack führen.

Der Anstrich bezweckt in der Regel eine undurchsichtige Decke und besteht daher aus den gewöhnlichen Malerfarben, welche sich, je nach der Bereitung, in Leim- und Ölfarben unterscheiden, und wovon die Leimfarben nur auf Holz, die Ölfarben auf Holz und Metall gebraucht werden — Auch der bei großen Holz- und Gußeisenteilen oft angewendete heiß aufzutragende Teer, dem mitunter Graphit oder Koksstaub zugesetzt wird, sowie Wasserglas-Lösungen sind zu den Anstrichen zu rechnen.

Unter Firnis sind eigentlich diejenigen Öle zu verstehen, welche eine solche Zubereitung erfahren haben, daß sie durch langsames Trocknen (Oxydation) erhärten und eine durchsichtige Haut bilden, während Lacke jene Auflösungen von Harzen und harzähnlichen Substanzen heißen, welche durch Verdunsten der Auflösungsmittel die aufgelösten Teile als zusammenhängende, durchsichtige Schicht zurücklassen. Im täglichen Leben wird jedoch diese Trennung nicht scharf beachtet, d. h. Lack und Firnis im Begriffe vielfach verwechselt, wie folgende kurze Andeutung über Namen und Zubereitung der gebräuchlichsten Lacke und Firnisse nebenbei zeigt.

**Ölfirnis** (Vernis gras, Huile lithargirée, *Oil varnish, Boiled oil, Drying oil*) wird durch Kochen oder Erhitzen von Öl (Leinöl, Hanföl, Mohnöl, Nußöl) mit oder ohne Bleioxyd (Glätte, Mennige) oder anderen die Oxydationsfähigkeit befördernden Stoffen (Manganoxydulhydrat, borsaures Manganoxydul) und auch in der Kälte durch längeres Stehen und öfteres Durchschütteln mit Bleiessig erhalten. — **Fette Firnisse** (Öllackfirnisse) sind Auflösungen von Kopal oder Bernstein in Ölfirnis, welche dadurch gewonnen werden, daß man den geschmolzenen Kopal oder Bernstein in kochenden Ölfirnis gießt. —

<sup>1)</sup> Andès, Fabrikation der Lacke und Firnisse. 4. Aufl. Wien 1891. — Tormin, Lackierkunst. 10. Aufl. Weimar 1884. — Andès, Handbuch für Anstreicher. 2. Aufl. Wien 1892

Terpentinölfirnis (Vernis à l'essence, *Lac-varnish*) erhält man durch Auflösen von Harz (Dammar, daher Dammarfirnis, Asphalt, daher Asphalt-Lack) in siedendem Terpentinöl. — Steinkohlenteerölfirnis ist ein Ersatz des vorigen und wird durch Auflösen von Harzen in leichtem Steinkohlenteeröl (Benzol) dargestellt.

Weingeistfirnisse nennt man die klaren Auflösungen verschiedener Harze, Gummiharze und Balsame (Schellack, Sandarak, Ventianischer Terpentin, Mastix, Gummilack, Kolophonium, Bernstein, Körnerlack etc.) in Spiritus. Dieselben können durch manche Farbstoffe (Aniline, Drachenblut, Gummigutt, rotes Santelholz, Safran etc.) gefärbt und so der Farbe der Unterlage angepaßt, oder geeignet werden, dem Gegenstande einen farbigen, durchsichtigen, glänzenden Überzug zu geben. — So erhalten Messing-, Bronze-, Zinn- und Eisengegenstände durch einen solchen gelben Firnis ein goldähnliches Ansehen (Goldfirnis). — Die Grundlage der Weingeistfirnisse bildet die schon erwähnte Tischlerpolitur: 1 T. Schellack in 4 T. Weingeist gelöst, der nur von den anderen Stoffen nach Bedürfnis zugesetzt wird. Eine andere leicht zu färbende Grundlage wird gewonnen durch Auflösen von 4 T. Sandarak, 2 T. Mastix, 1 T. Kampfer, 2 T. weißes Kolophonium in 24 T. Alkohol von 90° Tr., die durch einen Zusatz von 2 T. Schellack an Härte gewinnt.

Einen sehr wertvollen Lack bildet die unter dem Namen Zapon bekannte Lösung von Zelluloid in Azeton oder Amylacetat.

Das Auftragen des Anstriches (Anstreichen, Malen, Peindre, *Painting*), Firnisses (Firnissen, Vernir, *Varnishing*) oder Lackes (Lackieren, Vernier an four, *Japaning*) geschieht fast ausschließlich mit Bürsten oder Pinseln, auch durch Eintauchen der Gegenstände in die Flüssigkeit und Ablaufenlassen oder durch Übergießen. In allen Fällen ist die richtige Konsistenz der Anstriche etc. von Wichtigkeit, damit das Verstreichen leicht vor sich geht. Daher werden sie in der Regel mit Terpentinöl, Benzol oder Weingeist gehörig verdünnt. — Beim Auftragen der Firnisse auf Metall ist es wünschenswert, letzteres auf etwa 50—75° zu erwärmen, indem man es auf eine warme Platte oder in kochendes Wasser legt, in welchem letzteren Falle ein schnelles Abtrocknen vor dem Firnissen erforderlich ist.

Häufig müssen mehrere Anstriche übereinander gegeben werden, um das gewünschte Resultat (gleichmäßiges Aussehen, glatte Fläche) zu erzielen. Dann wird zuerst ein Grund aus ordinärem Anstriche (gewöhnlich Leinölfirnis mit Erd- oder Metallfarben oder Leimfarbe) aufgebracht (Grundieren), darauf ein- oder mehreremal der eigentliche Anstrich und oft endlich noch ein Lack. Hierbei ist es eine Hauptregel, jeden Anstrich erst vollkommen erhärten zu lassen, bevor man einen folgenden aufbringt. — Zur Erzeugung eines besonderen Glanzes, z. B. auf Holzarbeiten (Kutschen, Tabletten) wird der Lack mehrere Male aufgetragen und inzwischen nach dem jedesmaligen Hartwerden mit geschlammtem Bimsstein geschliffen und am Schlusse mit Tripel oder Stärkemehl poliert.

Wegen der Wichtigkeit, welche diese Anstriche auf Eisenwerk, infolge seiner massenhaften Verwendung zu Brücken, Bauwerken, Maschinen etc. zur Verhütung des Rostens besitzen, mögen über die hierzu üblichen und brauchbaren noch einige Andeutungen folgen<sup>1)</sup>. Wenngleich nämlich das Eisen sich in trockener Luft unverändert erhält, so wird es in feuchter Luft dahingegen in einer Weise durch Oxydation angegriffen (zerfressen), daß im Laufe der

<sup>1)</sup> Polyt. Centr. 1875. S. 975. — Wagners Jahresber. 1875, S. 865; 1875, S. 1033. — Zeitschr. d. V. d. Ing. 1872, S. 768. — Dinglers Journ. 207, 171; 215, 470; 247, 96; 255, 48.

Zeit eine vollständige Zerstörung eintritt. Bei diesem Oxydationsprozesse ist die Feuchtigkeit gewissermaßen der Träger des zerstörenden Sauerstoffes, indem dieser nicht nur in dem Wasser als eines seiner Bestandteile, sondern auch als atmosphärische Luft vorhanden ist und daher sowohl durch seine etwaige Zersetzung des Wassers z. B. infolge der fast immer vorhandenen Kohlensäure, als auch direkt auf das Eisen einwirkt. Die Feuchtigkeit der Luft schlägt sich aber leicht auf Metalle, also auch auf Eisen nieder, da dieselben sehr oft unter der Temperatur der umgebenden Luft erkalten und die Wasserdämpfe auf ihrer Oberfläche kondensieren, wie man ja z. B. am Morgen nach einer kalten Nacht leicht sehen kann. Zur Verhinderung des Rostens ist daher die Abhaltung der Feuchtigkeit erforderlich, was wieder am einfachsten durch einen Anstrich geschieht, der übrigens nicht nur richtig gewählt, sondern auch besonders gut und sorgfältig aufgetragen werden muß. Bezüglich der Wahl des Anstriches und seiner Beschaffenheit ist zu bemerken, daß derselbe vor allem vollständig anhaften und eine durchaus ununterbrochene Schutzdecke bilden muß, weil sonst an den bloßgelegten Stellen sich Wasser niederschlägt. Deshalb darf der Anstrich nicht reißen und abblättern, was namentlich leicht eintritt, wenn er nicht den Bewegungen folgen kann, welche die eisernen Gegenstände z. B. durch Temperaturveränderungen machen, wenn er nach dem Austrocknen zu spröde wird, wenn beim Anstreichen das Eisen nicht trocken war, oder wenn ein Niederschlag von Feuchtigkeit stattfindet, bevor der Anstrich festgeworden ist, weil dann die Feuchtigkeit mit dem Anstriche eine Art Emulsion bildet, welche das Antrocknen des ersteren verhindert. Der Anstrich muß daher nicht nur eine gehörige Trockenfähigkeit und Dünnsflüssigkeit besitzen, sondern auch mager sein, damit beim Anstreichen nur dünne, schnell trocknende Schichten entstehen, die sich auch in sämtlichen Vertiefungen bilden, ohne diese kittartig zu füllen. Auch würde es vorteilhaft sein, das Anstreichen an solchen Tageszeiten vorzunehmen, wo das Eisenwerk über oder mindestens gleich der umgebenden Lufttemperatur erwärmt ist. Ganz besondere Aufmerksamkeit fordert aber der erste Anstrich, also das Grundieren, weil die hier bei Mißachtung der eben gegebenen Regeln entstehenden Fehler sehr schwer gut zu machen sind. Als Grund eignet sich der gewöhnliche schnell trocknende Leinölfirnis mit einem Zusatz von Mennige (Bleimennige) oder fein gepulvertem, tonigem Roteisenstein (Eisenmennige) und mit Terpentinöl gehörig verdünnt, am besten. — Auch wird ein Zusatz von Graphit statt der Mennige sehr empfohlen (Diamantfarbe, *Grey minium*). — Auf solchen gut ausgetrockneten Grund ist dann jede andere Farbe zu bringen. — Für ordinäre, grobe Gegenstände ist ein Anstrich aus einer Auflösung von 1 T. Asphalt und 1 T. Kolophonium in 8 T. Terpentinöl sehr brauchbar. — Manche Gegenstände erhalten einen dauerhaften, gegen Rost gut schützenden Anstrich, indem man sie heiß mit Teer überzieht. So werden z. B. die eisernen Gas- und Wasserleitungsröhren (die ersteren auch inwendig) geschützt, indem man sie in Teer eintaucht. — Mitunter werden Eisengegenstände so heiß aus der Form genommen oder erwärmt, daß aufgestrichener Firnis verbrennt und einen kohlgigen, schwarzen Lack zurückläßt (Schwärzen). Bei kleineren Sachen (Haarnadeln, Nägeln, Ketten, Schnallen, Knöpfen etc.) geschieht das Schwärzen dadurch, daß man sie mit Öl, Fett, Wachs usw. begießt und auf eine so stark erwärmte eiserne Platte wirft oder über Flammen hält, bis das Öl abgebrannt ist. — Unter der Bezeichnung „Inoxydation“ des Eisens hat sich ein Rostschutzverfahren<sup>1)</sup> entwickelt, welches auf dem Grundsätze beruht, eiserne

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. V. d. Ing. 1880, S. 239; 1884, S. 507. — Dinglers Journ. 224, 551; 225, 107; 230, 507; 236, 301; 237, 332; 242, 44; 245, 292; 250, 24; 254, 161.

Gegenstände auf künstlichem Wege mit einer harten und dichten Schicht von sog. magnetischem Eisenoxyde ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) zu überziehen. Man erreicht diesen Zweck entweder dadurch, daß man über das kirschrot glühende Eisen in einem Regenerativofen abwechselnd 6 bis 10 mal Heizgase mit Luft gemengt und Heizgase allein streichen läßt, um eine Oxydation und dann eine Reduktion hervorzurufen; oder daß man das Eisen 5 bis 10 Stunden hindurch in besonders gebauten Öfen mit stark überhitztem Wasserdampfe in Berührung bringt. In beiden Fällen bildet sich eine festhaftende, graue, harte Oxydschicht.

An dieser Stelle mag auch des Verfahrens gedacht werden, das den Namen Brünieren (Braunmachen, Bronzer, Brunir, *Browning*, *Burnish*) führt und den Zweck hat, Eisen mit einer festen, dichten Oxydschicht zu überziehen, um dadurch ein weiteres Rosten zu verhindern und die Oberfläche angenehmer braun und matt zu machen. Namentlich werden Flintenläufe diesem Prozesse unterworfen, um das verräterische Blinken derselben zu beseitigen. Das Verfahren selbst besteht darin, daß man die zu bräunenden, gehörig gereinigten Teile mit einer rosterzeugenden Flüssigkeit so oft benetzt, bis das gewünschte Resultat erzielt ist, sodann sorgfältig abwäscht und abtrocknet und endlich mit einem Firnis (Leinölfirnis, Spirituslack) oder Fett einreibt. Als Brünierflüssigkeit dienen unter anderem:

- a) 1 T. Scheidewasser mit 100 T. Wasser verdünnt.
- b) 2 T. kristallisiertes Eisenchlorid, 2 T. festes Chlorantimon (Spießglanzbutter) und 1 T. Gallussäure in 4 bis 5 T. Wasser gelöst.
- c) 1 T. salpetersaures Silberoxyd in 500 T. Wasser gelöst.
- d) 1 T. Kupfervitriol wird in 8 T. Wasser gelöst und dann zugesetzt: 2 T. Salzsäure und 1 T. versüßter Salpetergeist.
- e) 1 T. Eisenvitriol in 22 T. Wasser aufgelöst und mit einigen Tropfen Salpeteräther und Schwefeläther, oder um die Wirkung zu beschleunigen, mit  $\frac{1}{10}$  Salpetersäure versetzt.

3. Überziehen mit Metall. Die Metallüberzüge auf Metall- oder Holzgegenständen können auf verschiedene Weise hergestellt oder befestigt werden:

- a) vermittelt eines Klebmittels,
  - b) vermittelt Aufschmelzens,
  - c) vermittelt der Adhäsion infolge starken Druckes,
  - d) vermittelt der Adhäsion infolge der chemischen Affinität.
- a) Vermittelt eines Klebmittels werden nur Metallpulver und die dünnen Metallblätter befestigt, welche den Namen Folie (S. 220) führen, weil nur diese sich so an die Flächen anschmiegen, als zur gehörigen Verbindung ohne dazwischen liegende Luftschichten erforderlich ist. Namentlich steht Gold-, Silber- und Zinnfolie als Überzugsmetall in Gebrauch. In Pulverform dahingegen verwendet man nur die sog. Bronzefarben (Bronzieren), welche in den verschiedensten Farben aus Kupfer, Gelbkupfer, Aluminium, Neusilber, Zinn-Zink-Legierungen bestehen. Zu ihrer Herstellung werden die Metalle zuerst gewalzt und wie das Blattmetall geschlagen (S. 224), sodann mit Honig oder Glycerin auf Marmorplatten mittelst eines Reibsteines oder durch eine mechanische Vorrichtung „Reibmaschine“ in feines Pulver verwandelt, welches schließlich mit Wasser ausgewaschen und getrocknet wird. Auf solche Weise gibt Kupfer die rote (Kupferbronze), Neusilber und Aluminium die weiße und Messing die gelbe Bronze. Die anderen Farben erzeugt man durch eine geringe Oxydation der gelben Bronze, indem man des Pulver derselben in

eisernen Gefäßen mit etwas Fett erwärmt, wobei die bereits S. 17 erwähnten Anlaßfarben, in diesem Fall Hochgelb, Braun, Violett, Purpur, Blau, Grün entstehen.

Als Klebmittel zur Befestigung der Blätter sowohl als der Bronzefarben dienen ausschließlich der Ölfirnis (S. 528) und Leimwasser, weshalb man auch Ölvergoldung (*Dorure à l'huile, Gilding in oil*) und Leimvergoldung (Wasservergoldung, *Dorure en détrempé, Gilding on water size, G. indistemper, Burnished gilding*) unterscheidet.

Zum Zwecke der Ölvergoldung, Ölversilberung, Ölbronzierung etc. wird zunächst die zu überziehende Fläche durch einen Anstrich vorbereitet, der bei Holzgegenständen namentlich eine Verstopfung der Poren, überhaupt aber eine glatte Oberfläche erzeugen soll und aus einer stark deckenden, mehrfach aufgetragenen Farbe, z. B. Bleiweißfarbe, besteht. Nachdem dieser Anstrich hart geworden, bringt man als eigentliches Klebmittel in einer einzigen dünnen Schicht den Grund (Goldgrund, Silbergrund) auf, der aus einem schnell trocknenden Leinölfirnis besteht, dem man eine Körperfarbe zugesetzt hat, die in der Nuance derjenigen des aufzutragenden Metalles möglichst nahe steht (für Gold z. B. Ocker oder Chromgelb, für Silber Bleiweiß oder Zinkweiß etc.). Auf diesen Grund endlich legt man kurz vor dem vollständigen Austrocknen desselben die Metallblättchen, welche man mit einem feinen Pinsel oder Baumwolle gut andrückt. Bronzeputz wird desgleichen entweder mit einem Pinsel aufgetragen oder aus einem Beutelchen aufgepudert. Soll die Vergoldung einen hohen Glanz erhalten (Glanzvergoldung gegenüber der matten Vergoldung), so muß die Grundunterlage vorher aufs Feinste abgeschliffen und der Grund sehr dünn aufgetragen werden.

Die Leimvergoldung und Versilberung, welche nur auf Holzgegenständen anwendbar ist und bei Anfertigung von Rahmenwerk etc. so vielfach in Gebrauch steht<sup>1)</sup>, stimmt in dem Verfahren mit der Ölvergoldung etc. vollständig überein, nur daß man statt des Ölfirnisses Leimwasser nimmt, indem man das Holz zur Verstopfung der Poren zuerst zweimal mit warmem Leimwasser trinkt (Leimtränken), dann 8—12 mal mit weißer Farbe aus Leimwasser mit Kreide (Grund, Blanc) bestreicht und endlich das Klebmittel aufbringt, welches Poliment (*Assiette, Size*) genannt wird und aus einer dünnen klaren Leimlösung besteht, der man für Gold eine rote oder gelbe, für Silber eine weiße Farbe zusetzt. Die rote Polimentfarbe wird durch Zusammenreiben von 8 T. rotem Bolus, 1 T. Blutstein und 1 T. Graphit mit wenig Öl, die weiße aus weißem Bolus oder Ton, die gelbe aus Chromgelb oder Ocker erhalten.

Das Poliment wird in 3 bis 4 Lagen mittelst Pinsel warm aufgetragen, nach dem Trocknen mit Leinwand gut abgerieben und dann mit den Metallblättern belegt, nachdem man es mit schwachem Brantweine oder Wasser wieder etwas angefeuchtet hat. Durch nachträgliches Polieren mit dem Blutsteine oder Achat erteilt man dem Belage einen hohen Glanz, der oft noch durch das Hellen (Vermeilloner), d. i. durch Auftragen einer schwach rotgelb gefärbten Flüssigkeit (Helle, Vermeil) vermittelt weicher Pinsel einen feurigen Goldglanz erhält. Die Helle wird durch Übergießen von Gummigutt und Drachenblut mit Weingeist erhalten. — Da ganz dünnes Leimwasser die Gold- oder Silberoberflächen matt macht, so werden nachträglich diejenigen Stellen, welche matt erscheinen sollen, mit dünnem Leimwasser, oft mit Hilfe einer Schablone, überstrichen (Mattieren, Mater). — Zur Hervorbringung gewisser erhabener Verzierungen, die ein netz- oder musterartiges Ansehen darbieten, klebt man

<sup>1)</sup> Tormin, Fabrikation der Goldleisten. 2. Aufl. Weimar 1882.

wohl größere Flächen, an Spiegelrahmen etc., vor dem Aufbringen des Polymeris mit netzartigen Geweben, grober Gaze, weitmaschigem Tüll usw.

Wenn zwar der nach obiger Vorschrift angebrachte Metallüberzug oder Bronzierung sehr fest sitzt, so ist derselbe doch so dünn, daß es in vielen Fällen erwünscht ist, denselben gegen Abnutzung zu schützen, indem man ihn mit einem Lacke überzieht, wozu man am zweckmäßigsten einen Weingeistfirnis oder Kopallack nimmt.

b) Vermittelst des Aufschmelzens. Auf S. 23 ist bereits dargelegt, daß man durch Zusammenschmelzen verschiedener Metalle Legierungen erhält, welche eine solche Vereinigung dieser Metalle bilden, daß sie sich nicht mehr mechanisch trennen lassen. Die Erfahrung zeigt, daß eine ähnliche feste Verbindung auch schon oft dann entsteht, wenn man zwei verwandte Metalle von verschiedenem Schmelzpunkte gemeinsam auf die Temperatur erwärmt, bei welcher das eine Metall bereits schmilzt, während das andere noch vollständig fest bleibt. — Taucht man z. B. Kupfer in geschmolzenes Zinn oder Zink so lange ein, bis es die Temperatur geschmolzenen Zinns oder Zinks angenommen hat, so ist seine Oberfläche mit Zinn oder Zink überzogen.

Von dieser Eigenschaft der Metalle wird nicht nur eine wichtige Anwendung beim Löten (S. 468), sondern auch zum Überziehen eines Metalles mit einem anderen gemacht. Besonders überzieht man auf diese Weise Kupfer, Messing und Eisen mit Zinn oder Zink, mitunter auch Kupfer und Eisen mit Blei, und Eisen mit Kupfer.

Zur Beschaffung eines festen zusammenhängenden Überzuges durch Aufschmelzen ist vor allen Dingen eine rein metallische Oberfläche des zu überziehenden Gegenstandes erforderlich, die allgemein nach denjenigen Regeln und mit denselben Mitteln entsteht, welche beim Löten und beim Abbeizen angegeben sind; also mittelst Einwirkung verdünnter Säuren oder gewisser Salze, Zinkchlorid, Salmiak usw. — Zweitens muß der zu überziehende Gegenstand gehörig erwärmt und während des ganzen Prozesses gegen Oxydation und Aufnahme von Schmutz gesichert werden. — Endlich ist das aufzuschmelzende Metall in passenden Gefäßen zum Schmelzen zu bringen und, je nach der Gestalt und Größe des Gegenstandes, in verschiedener Weise über denselben zu verteilen.

Einige Beispiele von Verzinnung und Verzinkung auf diesem sog. trockenen Wege mögen zur Erläuterung des oben Gesagten dienen.

Kupferne, messingene und schmiedeeiserne Gefäße (Kochgefäße, Abdampfpfannen, Destillierapparate etc.) werden verzinnt, indem man sie gehörig rein geschauert, mit einer ausreichenden Menge Zinn und Salmiak so lange über einem Kohlen- oder Gasfeuer erhitzt, bis das Zinn schmilzt, dann das letztere, unter gehörigem Wenden und Drehen des Gefäßes, mittelst eines Wergbüschels in demselben herumfährt und schließlich das überflüssige Zinn ausgießt.

Gußeiserne Gefäße etc. nehmen wegen des Kohlenstoffgehaltes des Gußeisens das Zinn schwer an. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, sie vorher an der Oberfläche zu entkohlen oder in schmiedbaren Guß (S. 132) zu verwandeln. Dann sind sie auf eben angegebene Weise zu behandeln.

Schmiedeeiserne Gegenstände verzinnen sich, wenn man sie, gehörig durch Beizen vorbereitet, in geschmolzenes Zinn eintaucht, leicht, da sich dieses bei seiner Schmelztemperatur mit Eisen legiert und somit eine Oberfläche bildet, mit welcher das Zinn aufs Innigste sich verbindet. — Auf diesem Verhalten beruht auch die ausgedehnte Fabrikation des verzinnten

Eisenbleches<sup>1)</sup>, welches den Namen Weißblech (Fer blanc, *Tin plate*) führt und zwar Glanzblech bei Anwendung von reinem Zinn und Mattblech, wenn zur Verzinnung eine Zinn-Blei-Legierung genommen wird.

Um den hohen Ansprüchen zu genügen, welche an das Weißblech insofern gestellt werden, als seine spätere Bestimmung und Verarbeitung vor allem eine große Biegsamkeit und Zähigkeit verlangt, ist zunächst auf die Auswahl des Rohmaterials, des Schwarzbleches, große Sorgfalt zu verwenden. In der Regel wird dasselbe für die Weißblechfabrikation eigens aus dem reinsten Roheisen erzeugt und zwar der großen Homogenität wegen als Flußeisen mit möglichst geringstem (0,05 bis 0,1 %) Kohlenstoffgehalte. Zur Erzeugung der hier in Betracht kommenden Blechtafeln werden die Blöcke unter Hämmern gedichtet und sodann im Walzwerke zu Stäben ausgewalzt, die man mittelst Scheren in kürzere Stücke (Platinen) zerteilt, deren Größe der herzustellenden Blechtafeln entspricht. Die Platinen gelangen sodann in Flammöfen und gehörig erhitzt, in ein Blechwalzwerk, um in 3 bis 4 Hitzten zuletzt mit zweimaliger Doppelung fertig ausgewalzt zu werden. Nach abermaligem Glühen in Retorten bringt man die Bleche paketweise unter Scheren, um sie von den rauen Walzrändern zu befreien und auf die üblichen Größen zuzuschneiden.

Da zur Erzeugung eines festhaftenden Zinnüberzuges und des geforderten hohen Glanzes das Schwarzblech vollständig von Oxyd befreit und außerdem mit vollkommen glatter Oberfläche ausgestattet werden muß, so beginnt die Verzinnungsarbeit mit einer Vorbereitung des Bleches, welche in 5 Operationen zerfällt: 1. Vorbeize, 2. Ausglühen, 3. Glattwalzen, 4. Fertigglühen, 5. Fertigbeizen.

Zum Zwecke der Vorbeize, mit welcher der Glühspan vom Walzen her beseitigt werden soll, bedient man sich der Salzsäure oder der Schwefelsäure und zwar mit Wasser so verdünnt, daß auf 1 T. Säure 2 T. Wasser kommen. Entweder erfolgt das Beizen in hölzernen ausgepichteten Bottichen in der Weise, daß man eine größere Zahl Bleche in sog. Körben aus Messing oder Kupfer in die Beizflüssigkeit senkt und nach vollendeter Beize wieder aushebt, wozu kleine Laufkatzen dienen, welche sich auf Schienen über den Bottichen bewegen und mit einer Winde versehen sind (Handbeize). Oder man bedient sich neuerdings der sog. Maschinenbeize. Diese beruht auf der Tatsache, daß die Beizwirkung sowohl durch Wärme als Bewegung wesentlich gefördert wird, und kommt gewöhnlich in der Weise zur Ausführung, daß man durch Dampfschlangen die Beizflüssigkeit auf einer Temperatur von etwa 80° C erhält und die Bleche durch mechanische Vorrichtungen in der Beize hin- und herbewegt, indem man die Körbe an Ketten schwebend aufhängt und mittelst einer Kurbel und Kurbelstange in Schwingung bringt. — Auf diese Beize, welche etwa 8 bis 10 Minuten dauert, folgt sofort ein Waschen der Bleche in Wasser zur Entfernung der Säure, indem man die mit Blechen gefüllten Körbe unmittelbar aus der Beize in Bottiche mit Wasser senkt und in diesen in gleicher Weise hin- und herschwenkt. Um diese Arbeit mit wenig Zeitverlust auszuführen, ist ein Apparat in Gebrauch, der aus einem dreiarmigen, horizontalen Drehkreuz besteht, das zugleich durch Ketten gehoben und gesenkt werden kann. An jedem Arme hängt ein Korb. Senkt man das Kreuz, so taucht ein Korb (I) in die Beize, ein Korb (II) in Wasser, während der Korb III entleert und gefüllt wird. Ist die Beize beendet, so wird das Kreuz in die Höhe gezogen und nach einer Drehung um 120° wiederum gesenkt, wo dann

1) Beriiner Verhandl. 1887, S. 313. (Gekrönte Arbeit von W. Stercken.)

III in die Beize, I in das Waschwasser, II an die Ladestelle gelangt. So fortgesetzt bleibt der Apparat ununterbrochen in Tätigkeit. — Nach der Vorbeize werden die Platten schnell in der Wärme getrocknet, indem man sie auf Ketten ohne Ende durch einen geheizten Kanal führt; oder man bewahrt sie unter Wasser auf.

Auf diese Arbeit folgt das Ausglühen der Bleche zur Beseitigung der vom Walzen herrührenden Härte und Sprödigkeit, geschützt gegen den Einfluß der Luft, in eisernen Glühkisten, welche in Flammöfen von der S. 150 angegebenen Konstruktion während nahezu 8 Stunden einer Temperatur von etwa  $1000^{\circ}$  ausgesetzt werden. Nach sehr langsamem Abkühlen nimmt man die Bleche aus den Kisten, um sie nun zum Zwecke des Glättens durch fein abgeschliffene Walzen laufen zu lassen. Das hierbei unvermeidliche Hartwerden findet durch ein 6stündiges Glühen in Kisten bei  $800^{\circ}$  seine Beseitigung, während endlich die Fertigbeize in schwacher Säure bei  $60^{\circ}$  Wärme auf oben beschriebene Weise die Vorarbeiten abschließt. — Die damit zum Verzinnen vorbereiteten Bleche werden sodann unter Wasser aufbewahrt.

Zum Verzinnen dieser Bleche, nach dem sog. englischen Verfahren, dient ein Apparat, der aus 6 gußeisernen Kesseln besteht, wovon jeder für sich geheizt werden kann. Der erste dieser Kessel (*Tinmans-pot*<sup>1)</sup>, welcher etwa 60 cm Länge, 45 cm Breite und 50 cm Tiefe hat, ist mit geschmolzenem Talg gefüllt. In diesen wird ein Posten von 340 aus dem Wasser genommenen Blechen auf einmal eingetaucht und so lange darin gelassen, bis alle Feuchtigkeit verdampft und die Bleche gleichmäßig mit einer Talgschicht überzogen sind. — Der zweite Kessel (*Tin-pot*) ist 50 cm lang, 45 cm breit und 40 cm tief und mit geschmolzenem Zinn gefüllt, das durch eine Talgschicht gegen Oxydation geschützt wird. Aus dem ersten Kessel kommen die Bleche in diesen zweiten und beharren darin so lange, bis die Oberfläche verzinkt ist, wozu etwa  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Stunden erforderlich sind. Notwendig ist hier die richtige Temperatur des Zinnes, die weder zu hoch noch zu niedrig sein darf, wenn eine gute Unterlage für die eigentliche Verzinnung gebildet werden soll, die nämlich in der dritten Pfanne (*Wash-pot*) vor sich geht, welche zu dem Zwecke zwei Abteilungen besitzt. In die erste größere werden die Bleche aus dem zweiten Kessel gebracht und, nachdem sie gehörig verzinkt sind, einzeln herausgenommen, von einem Arbeiter mit Werg schnell abgerieben und eine kurze Zeit in die zweite, ebenfalls mit Zinn gefüllte, kleinere Abteilung des dritten Kessels gesteckt, damit alle Unebenheiten, die beim Abreiben entstehen, beseitigt werden. Sodann bringt man die Bleche in den vierten Kessel (*Grease-pot*), der wieder mit geschmolzenem Talg von solcher Temperatur gefüllt ist, daß hier das überflüssige Zinn abschmilzt. In diesem Kessel bleiben sie etwa 10 Minuten, um dann in den fünften Kessel (*Cold-pot*) zu gelangen, der mit Talg von niedrigerer Temperatur gefüllt ist und in dem sie abkühlen. Endlich kommen die Bleche in den letzten sechsten Kessel (*List-pot*), in dem eine 6—7 mm hohe Talgschicht vorhanden ist. Indem man die Bleche mit derjenigen Kante, an der ein Zinnwulst (Tropfkante) sich beim Ausheben aus dem Talgtopfe gebildet hat, in diese Talgschicht eintaucht, wird das angehängte Zinn so weit erwärmt, daß dasselbe zu schmelzen beginnt. Sobald dieses eintritt, schlägt der Arbeiter mit einem Stabe auf die obere Blechkante, wodurch das Zinn abgeschleudert wird, nur eine kleine, schmale Spur (Saum, *Lisière*, *List*) zurücklassend. Hiernach werden die Bleche mit einem Gemische von Kreide und Kleie abgerieben und endlich mit Flanell abgewischt, sortiert und verpackt.

1) Polyt. Centr. 1869, S. 864.

Das deutsche Verfahren zur Fabrikation des verzinnnten Bleches ist zwar viel einfacher als das englische, liefert aber auch durchschnittlich kein so vollendetes Produkt. Es besteht nämlich darin, daß die durch Beizen und Scheuern gereinigten Blechtafeln in Sätzen zu etwa 200 Stück (Pöstel), sofort in mit Talg bedecktes, geschmolzenes Zinn eingetaucht (eingebraunt), dann zu 25 herausgenommen und in Wasser abgekühlt werden. Nachdem auf solche Weise sämtliche Tafeln aus der Zinnpfanne herausgenommen sind, wird diese durch eine eingeschobene, eiserne Scheidewand in zwei verschieden große Fächer geteilt und in das eine (größere) Fach ein Satz der eingebraunten Tafeln gebracht. Letztere werden dann wieder einzeln herausgenommen und zum Abtropfen auf einen eisernen Schragen gestellt (Abbrennen). Hierauf gelangen die Bleche in die kleinere Abteilung (Durchführen) zum Abtropfen, sodann, zum Wegschmelzen der Tropfkante, in eine niedrige Zinnschicht der Abtropfpfanne. Aus dieser herausgebracht, werden sie mit Werg abgewischt und endlich mit Kleie, Kreide und Wollenlappen abgerieben.

Das oben beschriebene englische Verfahren hat mit Beibehaltung aller Einzelheiten übrigens nach und nach eine weitere Ausbildung erhalten, indem man 1. statt Talg Palmfett verwendet, welches bei der hier in Betracht kommenden Temperatur weniger belästigende Dämpfe entwickelt, 2. statt des Abreibens der Bleche mit Werg ein Abbürsten in Anwendung bringt und 3. die Bildung des Saumes dadurch umgeht, daß man die Bleche aus einem Fettkessel durch Walzen herauszieht, die nicht nur das Zinn gleichmäßig verteilen und somit ein glänzendes Blech erzeugen, sondern auch auf beiden Seiten das Zinn so vollständig abpressen, daß der sonst entstehende glänzende Randstreifen sich nicht einstellt. — Die beistehende Skizze (Fig. 442) eines allgemein in Gebrauch gekommenen sog. fünfkesseligen Verzinnherdes diene zur Erläuterung der genannten Einrichtung. In dem mit Gußeisenplatten belegten Mauerwerke sind fünf ebenfalls gußeiserne Kessel a, b, c, d, e so eingemauert, daß b, c, d, e besondere in die Esse S mündende Rostfeuerungen haben, so daß jeder Kessel für sich auf die erforderliche Temperatur zu bringen ist. Der Kessel a (Fettkessel) ist mit Palmfett gefüllt und empfängt von den Feuerzügen um b die zum Flüssighalten erforderliche Wärme. Die Kessel b (Grobkessel), c (Bürstkessel), d (Durchführkessel) enthalten bis zu den unteren Strichen (= =) Zinn und darüber bis zu den oberen Strichen (+++) ebenfalls Palmfett. Der Kessel e (Walzkessel) ist wieder mit Fett gefüllt, außerdem aber mit fünf Walzen versehen, die sich in der Weise drehen, daß die Bleche durch die vorderen zwei abwärts geführt, durch die hinteren vier aus dem Kessel heraus gezogen werden.

Zum Zwecke des Verzinnens wird der Kessel a mit altem Fette gefüllt und dieses auf einer Temperatur von etwas unter  $100^{\circ}$  erhalten. Im Kessel b soll sich das Zinn in der Temperatur von  $300$  bis  $400^{\circ}$ , im Kessel c in etwas geringerer, im Kessel d in einer Temperatur von  $250^{\circ}$  befinden. Im Walzkessel e muß stets eine Wärme von  $230$  bis  $240^{\circ}$  herrschen, damit das Zinn hier noch abschmilzt.

Die aus dem Wasser genommenen Bleche werden nunmehr noch naß, einzeln von einem Arbeiter in den Kessel a gesetzt, bis sich in demselben 200 befinden. Hierbei verdunstet das Wasser, während sich jedes Blech mit einer schützenden Hülle überzieht. Nachdem dieser Überzug gesichert ist (nach 10 Minuten), transportiert derselbe Arbeiter die Bleche in Posten von 20 bis 30 Stück vermittelt einer breitmauligen Zange in den Grobkessel b. Nach wiederum etwa 10 Minuten wandern sie auf gleiche Weise in den Bürstkessel. — Aus diesem hebt der Bürster nach etwa 10 Minuten 20 Bleche heraus, legt

sie auf die Platte *v*, faßt sie mit einer Handzange einzeln und bürstet sie auf beiden Seiten mit einer langen in Fett getauchten Bürste. Ein dritter Arbeiter übernimmt die Bleche von dem Bürster, taucht sie ebenfalls einzeln in das Zinn des Kessels *d* und schiebt sie in das Walzwerk des Walzkessels zwischen die oberen Vorderwalzen *h*. Von diesen ergriffen geraten die Bleche in das Fett, geben durch Abschmelzen das überflüssige Fett ab und passieren, von einem besonderen Hebeapparat eingeschoben, das polierte Doppelwalzenpaar, das sie mit hohem Glanze verlassen. Mittelst Zangen in Empfang genommen, werden sie sodann dem üblichen Abreiben unterworfen, sortiert und verpackt. — Indem bezüglich weiterer Vorschläge und Ausführungen auf die erwähnte

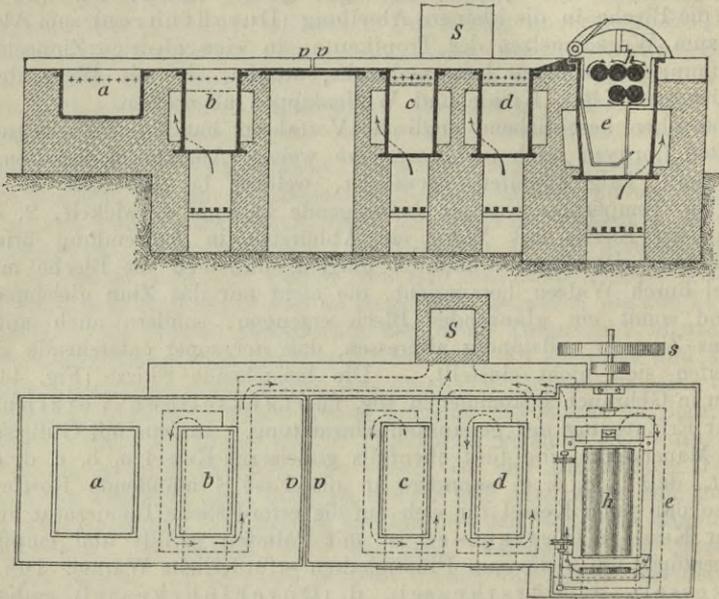


Fig. 442.

Preisschrift verwiesen werden muß, sei hier nur noch erwähnt, daß der Hebeapparat in *e* entweder von der Hand oder auch selbsttätig in Tätigkeit gesetzt wird, und daß noch Einrichtungen angebracht sind, durch welche bequem das in *e* angesammelte Zinn nach *d*, sowie von Zeit zu Zeit Fett und Zinn von *d* nach *c*, von *c* nach *b* gebracht und nachgefüllt werden kann, damit das Blech zuletzt reines Zinn und reines Fett passiert.

Da es zum trockenen Verzinnen kleiner Gegenstände viel zu umständlich sein würde, diese einzeln dem Verzinnungsprozeß zu unterwerfen, so sind Methoden entstanden, welche eine große Anzahl solcher kleinen Gegenstände auf einmal fertig machen lassen. Als Beispiel dieses Verfahrens mag folgendes angeführt werden. Man schüttet die zu verzinnenden Gegenstände (Ringe, Kettenglieder, Nägel, Haken und Ösen, Fischangeln, Schnallen, Stifte etc.), nachdem sie gehörig abgebeizt oder in der Scheuertonne abgescheuert und nachher gewaschen sind, mit Zinn und Salmiak oder Zinkchloridlösung in eine runde eiserne Trommel, die drehbar über einem Feuer angebracht, bis zum Schmelzpunkte des Zinns erhitzt und dann so lange gedreht wird, bis die Verzinnung stattgefunden hat.

Die trockene Verzinkung, welche fast nur auf Eisen angewendet wird, erfolgt auf dieselbe Weise, wie die Verzinnung, jedoch ausschließlich durch Eintauchen der zu verzinkenden Gegenstände in Zink, das über seinen Schmelzpunkt hinaus in eisernen Trögen erwärmt ist. — Kleine Gegenstände (Nägel etc.), werden haufenweise in das geschmolzene Zink geworfen und nach kurzer Zeit mit Schaumkellen wieder herausgeholt. Das überflüssige Zink wird dadurch entfernt, daß man die Gegenstände mit Holzkohlenstaub bedeckt in einem Flammofen bis zur Rotglut erwärmt und bis zum Erkalten gehörig durcheinander rührt.

c) Vermittelst Adhäsion infolge starken Druckes. Das hierauf Bezügliche ist bereits S. 226 bei der Anfertigung plattierter Bleche und S. 526 bei eingelegter Arbeit erwähnt, worauf hier um so mehr verwiesen werden kann, als sich diese Methode, Metall-Überzüge zu erzeugen, auf die dort erwähnten Fälle beschränkt.

d) Vermittelst Adhäsion infolge chemischer Affinität<sup>1)</sup>. Auf gewisse Weise zubereitete Lösungen von Metallsalzen besitzen die Eigenschaft, sich durch andere eingetauchte Metalle auf elektrolytischem Wege so zu zerlegen, daß eine vollständige Reduktion ihrer Metalle entsteht und letztere auf ersteren fest haftende Überzüge bilden, deren Haftung der chemischen Affinität zu verdanken ist, auch in dem Fall, wo die Bildung dieser Überzüge oder Niederschläge, also die Metallreduktionen mittelst eines besonderen galvanischen Stromes einen höheren Grad erreichen. — Aus dem Grunde sind solche Metallsalzlösungen vorzüglich geeignet, andere Metalle mit festen metallischen Überzügen zu versehen und daher ein höchst wichtiges Mittel für den in Rede stehenden Zweck.

Die Durchführung dieses Verfahrens fordert demnach die Herstellung geeigneter Metallsalzlösungen und die Mittel, welche zur Reduktion dieser Lösungen zu Metall in der Weise zur Anwendung gebracht werden können, daß eine feste Verbindung zwischen dem Grundmaterial der Arbeitsstücke und dem reduzierten Metall gesichert ist.

In bezug auf diese Mittel ist zunächst auf die bekannte Erscheinung hinzuweisen, daß gewisse Metalle in Lösungen von Salzen anderer Metalle nur eingetaucht werden brauchen, um sich mit den letzteren sofort zu überziehen, z. B. erhält Eisen, in eine Kupfersalzlösung eingetaucht, sofort einen Überzug von Kupfer. Da nun aber ein Metall in eine Lösung seines eigenen Salzes eingetaucht, diese Reduktion nicht hervorbringen kann, so ergibt sich daraus, daß dieses einfachste Verfahren (Eintauchen) nur sehr dünne Überzüge zu erzeugen vermag und demnach auch nur Anwendung findet, wenn es darauf ankommt, ein Metall mit einem anderen zu färben, z. B. um kleine Massenartikel (Ketten, Knöpfe, Nadeln etc.) das Ansehen von Silber, Gold etc. zu geben. Bei solchen Metallen, welche durch einfaches Eintauchen sich nicht überziehen, genügt vielfach zur genannten Umsetzung die Berührung mit einem Stäbchen oder Blechstreifen von Zink, weil der durch die Wirkung des Tauchmetall unterstützt oder gesteigert wird. Dieses Verfahren wird Kontakt-Verfahren genannt. Mit dem Eintauchverfahren ist verwandt das An-

<sup>1)</sup> Kaselowsky, Galvanoplastik. 3. Aufl. Weimar 1882. — Binder, Handbuch der Galvanoplastik. 5. Aufl. Weimar 1884. — Seelhorst, Katechismus der Galvanoplastik. 2. Aufl. Leipzig 1884. — Weiß, Galvanoplastik. 4. Aufl. Wien 1896. — Pfanhauser, Galvanisieren der Metalle. Wien 1881. — Steinach und Buchner, Galvanische Metallniederschläge. Berlin 1890. — Hartmann, Verzinnen, Verzinken etc. 3. Aufl. Wien. — Buchner, Metallfärbung. 2. Aufl. Berlin 1901. — Langbein und Frießner, Galvanostegie. 4. Aufl. 1904. — Jenisch, Handbuch für alle galvanostegischen und galvanoplastischen Arbeiten. Berlin 1905.

reibeverfahren, welches darin besteht, daß man die zu überziehenden Gegenstände mit der entsprechenden Metallsalzlösung einreibt, die zu dem Zwecke zur Bequemlichkeit des Auftragens und Einreibens durch Vermischen mit pulverförmigen Stoffen zu einem Teig verdickt werden. Naturgemäß hinterläßt das Einreibeverfahren auch nur äußerst dünne Überzüge, leistet aber in vielen Fällen gute Dienste, z. B. um Metalle an bestimmten Stellen zu überziehen (Grad- und Maßskalen an Meßinstrumenten, Uhrzifferblättern und dergl.). Hierher gehört auch das Verfahren, welches auf der Anwendung einer Quecksilberlegierung (Amalgam S. 23) beruht und in der Weise zur Ausführung gelangt, daß man die Gegenstände mit Amalgam bestreicht und darauf so stark erhitzt, daß das Quecksilber vollständig verjagt wird. Das nicht flüchtige andere Metall bleibt auf den Gegenständen als fest anhaftender Überzug zurück. Da dieses Verfahren fast nur mit Goldamalgam ausgeführt wird, so spricht man kaum anders als von Feuervergoldung.

Die genannten Verfahren, welche sich durch große Einfachheit auszeichnen, erweisen sich, mit Ausnahme der Feuervergoldung, als unbrauchbar, wenn die Aufgabe vorliegt, den Überzug in beliebiger Stärke hervorzubringen, so daß derselbe z. B. eine größere Gebrauchsdauer gewinnt. Dasjenige Verfahren, welches diese Aufgabe vollkommen löst, beruht auf dem elektrochemischen Prozesse, durch welchen in diesem Fall mit Hilfe des elektrischen oder galvanischen Stromes Metalle aus bestimmten Salzlösungen in der Weise ausgeschieden werden, daß sie sich im Augenblicke der Ausscheidung mit dem zu überziehenden Metall fest verbinden (Galvanostegie, Galvanoplattierung). Der bei diesem Verfahren in Betracht kommende Strom wird entweder von galvanischen Elementen oder Dynamomaschinen geliefert. In allen Fällen muß derselbe eine bestimmte Stärke haben und durchaus konstant sein, wenn der Metallniederschlag sicher und gleichmäßig erfolgen soll. Unter den Elementen verdienen daher die bekanntesten Bunsenschen und Groveschen den Vorzug. Abgesehen von ganz kleinen Betrieben muß die sogenannte Dynamomaschine aber als die einfachste, alle Forderungen erfüllende Stromquelle bezeichnet werden, die am zweckmäßigsten in passender Größe unmittelbar aufgestellt und Betrieb findet, oder auch mittelbar den Strom durch ein Netz von einer Zentrale liefert, gebotenermaßen unter Zuhilfenahme eines Akkumulators. Im allgemeinen ist bezüglich der Auswahl der Stromquelle zu berücksichtigen, daß zur elektrochemischen Wirkung durchgehends nur geringe Stromspannungen dahingegen hohe Stromstärken zur Verwendung gelangen, weshalb man z. B. galvanische Elemente in der Weise zu Batterien zusammenstellt, daß man die gleichmäßigen Pole miteinander verbindet (Parallelschaltung), und daß bei der Stromabnahme von einem Stromnetz, das in der Regel hohe Spannungen besitzt, eine unmittelbare Verwendung wegen der hohen Spannungen ausgeschlossen, sondern eine Umformung notwendig ist, also die Einschaltung eines Transformators z. B. in der Gestalt einer Gleichstromdynamomaschine fordert, welcher die hohen Leitungsspannungen auf die passenden Gebrauchsspannungen erniedrigt. Übrigens darf wohl als Regel die unmittelbare Verwendung von Dynamomaschinen gelten, welche für diesen Zweck besonders gebaut werden und sich von Lichtmaschinen wesentlich unterscheiden, indem sie Strom mit geringer Spannung und entsprechend großer Stärke hervorbringen müssen. Für zeitweilige Betriebe sind diese Dynamomaschinen mitunter wie eine Drehbank mit Fußtritt oder mittelst Schwungrad mit Handantrieb ausgestattet; zweckmäßiger dienen zum Antrieb Elektromotoren, Transmissionen oder Gasmotoren.

Zur Durchführung des galvanostegischen Prozesses werden die zu überziehenden Gegenstände in die betreffenden Metallsalzlösungen (Bäder) gebracht, welche sich in Gefäßen (Wannen) befinden, die je nach der Größe aus Glas, Porzellan, Steinzeug, Holz, emailliertem Gußeisen bestehen und für die Verwendung warmer Bäder mit Erwärmungsvorrichtungen (Gasflammen, Dampfröhren) auszustatten sind. Die Stromdurchführung durch die Bäder erfolgt dadurch, daß man die Arbeitsstücke mit dem negativen Strompol durch eine Leitung verbindet, und den Strom dadurch schließt, daß man in das Bad Metallstücke (Anoden) einhängt und an den positiven Pol anschließt. Diese Anoden dienen zugleich dazu, das abgelagerte Metall im Bade zu ersetzen, um den Metallgehalt möglichst konstant zu halten und sind demnach aus dem Metall herzustellen, welches in Lösung ist. Die Größe und Form der Anoden hängt ab von der Größe und Form der Arbeitsstücke nach der Regel, daß der Abstand zwischen den Arbeitsstücken und den Anoden möglichst wenig verschieden ist und die Oberfläche der letzteren genügende Angriffspunkte für die Auflösung darbietet. Aus letzterem Grunde macht man die Anoden aus Blech oder Platten und biegt sie oft in eine Form, welche der Form des Arbeitsstückes ähnlich ist, um z. B. zylindrische Arbeitsstücke mit zylindrisch gebogenen Anoden umgeben zu können; bei gefäß- und röhrenförmigen Arbeitsstücken werden auch im Innern Anoden angebracht.

Zum Anschluß sowohl der Arbeitsstücke als der Anoden an die Stromquelle dienen die Leitungen, welche ausschließlich aus Kupfer hergestellt werden, weil Kupfer ein großes Leitungsvermögen besitzt. Die Abmessungen, d. h. die Querschnitte der Leitungen fallen hier groß aus, da diese ohne erheblichen Stromverlust große Stromstärken mit niedrigen Spannungen leiten sollen. Zur Verbindung der Leitungen mit den Batterien, Dynamomaschinen zum Abzweigen der Leitungen als auch zur Befestigung der Arbeitsstücke, Anoden usw. verwendet man Polschuhe und Schraubklemmen verschiedenster Form und Größe.

Die galvanischen Niederschläge erfolgen nur zuverlässig und vollkommen bei bestimmter durch Versuche ermittelten Spannungen und Stärken, die von den Bädern abhängen und in den Einheiten Volt und Ampère ihr Maß finden. Im allgemeinen liegen die Spannungen zwischen 0,5 bis 4,0 Volt und die Stärken zwischen 0,5 bis 1,5 Ampère für 1 qdm, wie folgende kleine Tabelle erkennen läßt:

	Spannung	Stärke
Für Versilberung . . . . .	0,5—1,0 Volt,	0,25—3,5 Ampère für 1 qdm,
„ Vergoldung . . . . .	2,0—2,5 „	0,1—0,2 „ „ 1 „
„ Vernickelung		
a) auf Messing und Kupfer .	2,0—2,5 „	0,5 „ „ 1 „
b) auf Eisen und Stahl . .	2,5—3,0 „	0,7 „ „ 1 „
c) auf Zink . . . . .	3,5—3,7 „	1,5 „ „ 1 „
„ Verkupferung . . . . .	3,0—4,0 „	0,5 „ „ 1 „
„ Verzinkeung . . . . .	2,5 „	1,2—1,5 „ „ 1 „
„ Verzinnung . . . . .	2,0—2,5 „	0,5—0,6 „ „ 1 „

Um den einzelnen Bädern Strom von geeigneter Spannung und Stärke zuführen zu können, sind Voltmesser zur Angabe der Spannung, Ampèremesser zur Angabe der Stärke und dann Stromregler notwendig, welche durch Ein- und Ausschaltung von Widerständen den Strom in gewünschter Weise ein-

stellen. Der Voltmeter wird in die zum Bade führenden negative Leitung eingeschaltet, welche den Stromregler passiert hat, während der Ampèremesser in die Hauptleitung und zwar in der positiven Leitung vor dem Regler Aufstellung findet, so daß der letztere zwischen Ampèremesser und Voltmeter seinen Platz bekommt.

Das feste Anhaften des galvanisch niedergeschlagenen Metalles an dem Arbeitsstücke ist nur möglich, wenn letzteres sich dem Prozesse mit vollkommen reiner Metalloberfläche darbietet, weshalb durch gewisse Vorbereitungsarbeiten diese Oberfläche hergestellt werden muß. Handelt es sich darum zu diesem Zwecke z. B. nur die der Oberfläche gebildeten Oxyde und dergl. zu entfernen, so genügt vielfach das S. 507 näher beschriebene Beizen oder die mechanische Reinigung durch Schleifen, Kratzen, Schaben mit weitgehender Benutzung der Schleifmaschinen (S. 421) namentlich der Scheibenbürsten aus Draht (S. 518). Vor allem ist aber die sorgfältigste Reinigung von Fett, Öl und dergl. vorzunehmen entweder durch Auflösen des Fettes in Benzin, Äther etc. oder durch Verseifung desselben mit Ätznatronlauge mit nachherigem Abspülen unmittelbar vor dem Einbringen in das Bad. — Da das Schleifen, je nach der Feinheit der Schleifmittel die Oberfläche rauh oder glatt und glänzend in den verschiedensten Abstufungen hinterläßt, so bildet es zugleich ein Mittel, die galvanischen Niederschläge matt oder glänzend entstehen zu lassen, woraus folgt, daß eine Glanzplattierung im allgemeinen eine glänzende Grundlage zur Voraussetzung hat. Weil aber der Überzug auf weniger glatter Fläche fester haftet, so kann auch in der Weise verfahren werden, daß man den Niederschlag auf weniger glatten Flächen herstellt und nachher glättet oder poliert, was allerdings einen entsprechend starken Überzug, wie z. B. Vernickeln erforderlich macht.

Während jede Fläche, die einen Überzug erhalten soll, auf das sorgfältigste gereinigt werden muß, so sind umgekehrt, durch fettige oder ähnliche Stoffe beliebige Stellen gegen die Annahme eines galvanischen Niederschlages zu schützen. Zu diesem Zwecke (Decken) benutzt man gewöhnlich schnell trocknende Lacke (Decklacke), die sich später leicht entfernen lassen, z. B. Asphaltlack, Damarlack, Zapon und dergl.

Nicht immer nehmen selbst vollständig reine Metalloberflächen andere Metalle an, weshalb es mitunter wünschenswert oder notwendig ist, die Oberflächen noch in anderer Weise für die Aufnahme gewisser Metalle vorzubereiten, entweder durch eine Art Vorbeize oder durch Anbringung eines Überzuges von solchem Metalle, welches als Vermittler wirkt. Aus diesem Grunde wird das Eisen zunächst verkupfert, verzinkt oder verzinnt, je nachdem es vergoldet oder versilbert werden soll. Kupfer und Kupferlegierungen erhalten einen äußerst dünnen Quecksilberüberzug, indem man die Oberfläche in eine Lösung von 4 g salpetersaurem Quecksilberoxyd mit 10 g Salpetersäure und 10 kg Wasser (Quickwasser, *Dissolution mercurielle*, *Quick water*) eintaucht oder mittelst der Kratzbürste damit abreibt.

Über die Anfertigung und den Gebrauch der zum Überziehen dienenden Flüssigkeiten mag in folgendem soviel mitgeteilt werden, als für die gewöhnlich vorkommenden Fälle ausreicht.

Verkupfern<sup>1)</sup> (*Cuivrer*, *Coppering*). Die Verkupferung findet außer auf Eisen und Stahl wohl auch auf Zink und Messing Anwendung. — Eisen verkupfert sich schon durch Eintauchen in eine kupfersalzhaltige Flüssigkeit. Eine auf diese Weise gebildete dickere Kupferlage haftet jedoch sehr schlecht, weshalb da, wo ein dickerer Überzug erzeugt werden soll, folgendes Verfahren

1) Dinglers Journ. 177, 40; 179, 372; 212, 431.

in Anwendung zu bringen ist. Man löst 750 g Seignettesalz und 400 g Ätznatron in 4 Liter Wasser und setzt dieser Lösung hinzu 175 g Kupfervitriol in 1 Liter Wasser aufgelöst. Die zu verkupfernden Gegenstände werden sodann mit Zinkdraht umwickelt, in diese blaue alkalische Flüssigkeit gehängt und darin 24 bis 72 Stunden gelassen. Nach dem Herausnehmen werden dieselben abgewaschen, mit der Kratzbürste geputzt und mit Sägespänen getrocknet. — Zur Verkupferung von Zinn, Gußeisen, Zink und Messing vermittelt des galvanischen Stromes ist folgende Lösung geeignet: Man löst in 30 l heißem Wasser 8 kg Cyankupferkalium und setzt dieser Lösung 200 g Cyankalium und 1 kg kalziierte Soda nacheinander zu. Dann filtriert man das Gemisch, verdünnt dasselbe auf 100 l und fügt zuletzt noch 200 g Chlorammonium zu. Die Galvanisierung erfolgt bei einer Spannung von 2,5 bis 3,5 Volt, am besten bei einer Badtemperatur von 20 bis 25°.

Verzinnen (*Étamer*, *Tinning*). Eine Menge kleine Gegenstände aus Messing, Kupfer und Eisen (Stecknadeln, Ketten, Nägel, Ringe, Drahtstifte, Holzschrauben etc.) werden verzinnt, um ihnen ein silberähnliches Aussehen oder einen Schutz zu geben, und zwar gewöhnlich durch das sogenannte Weißsieden oder Ansieden (*Blanchir*, *Blanching*). Dieses besteht einfach darin, daß man die abgebeizten Objekte aus Messing und Kupfer ohne weiteres, diejenigen aus Eisen oder Stahl, nachdem sie vorher durch Eintauchen verkupfert sind, in einer Mischung von 1 T. gereinigtem Weinstein, 3 T. feingekörntem Zinn und 80 T. Wasser, 1½ bis 2 Stunden oder überhaupt solange unter zeitweiligem Umrühren kocht, bis sie gehörig weiß erscheinen. Dann nimmt man sie mit einer Löffelkelle heraus, wirft sie zum Abspülen in reines Wasser und trocknet sie mit Sägespänen. — Das für das Weißsieden erforderliche Zinnpulver (Weißsud, Zinnsud) wird dadurch gewonnen, daß man geschmolzenes Zinn in eine mit Kreide ausgestrichene, hölzerne Büchse gießt und darin bis zum Festwerden gehörig schüttelt. — Ein anderes Verfahren kalter Verzinnung auf denselben Metallen besteht darin, daß man diese zunächst mit einer 5- bis 10prozentigen Lösung von Zinnchlorür, welcher etwas Weinstein zugesetzt wird, überpinselt und darauf mit einem Lappen oder Schwamme, der erst in dieselbe Flüssigkeit und dann in Zinnpulver eingetaucht ist, kräftig abreibt. Die Verzinnung tritt sofort hervor und verbreitet sich gleichmäßig, wenn man von Zeit zu Zeit mit dem Lappen wieder etwas Zinnlösung und Zinnpulver aufnimmt. Die den Gegenständen noch anhängende Flüssigkeit etc. wird durch Abwaschen mit Wasser entfernt. — Zur galvanischen Verzinnung auf allen Metallen dient folgendes Bad: Man löst in 50 l heißem Wasser 5 kg Ätznatron sowie 3 kg Soda und 1 kg Cyankalium. Darauf erfolgt ein Zusatz von 4 kg Zinnsalz (Zinnchlorür) und ein Kochen der Mischung bis alles gelöst ist, sowie ein weiterer Zusatz von 50 l Wasser. Die Anoden bestehen aus gegossenen Zinnplatten. Das Bad arbeitet am besten bei 20 bis 25° und 1,5 bis 2 Volt Spannung für Messing, Kupfer, Bronze, 2 bis 3 Volt für Eisen und Stahl.

Vernickeln<sup>1)</sup>. Das Nickel, welches fast die Farbe, den Glanz und die Nichtoxydierbarkeit des Silbers besitzt und sich aus seinen Salzlösungen sehr leicht und fest auf verschiedenen Metallen ablagert, hat dieser seiner Eigenschaften wegen als Überzugsmetall eine hohe Bedeutung gewonnen und vielfache Verwendung gefunden. Eiserne Geräte aller Art werden durch Nickel

1) Steinach, Die amerikanische Vernickelung. Leipzig 1884. — Wagners Jahresber. 1873, S. 196; 1874, S. 160; 1880, S. 46, 146; 1881, S. 135; 1882, S. 204. — Dinglers Journ. 204, 152; 206, 288; 212, 160; 217, 256; 219, 469; 222, 396; 235, 404; 267, 478; 293, 47, 192.

vollständig gegen Rost geschützt; Messing-, Neusilber- und Kupfer-Objekte bekommen ein silberweißes, auch bei Schwefeldünsten sich nicht änderndes Ansehen. Daher überzieht man nicht nur die Messingteile physikalischer, chirurgischer und chemischer Apparate, Werkzeuge, Maschinenmodelle, Vorhängeschlösser, Schlüssel, Teile an Sattelgeschirren, Kaminverzierungen, Hähne etc., Schrauben, Nägel, sondern auch größere, der Luftfeuchtigkeit stets ausgesetzte Maschinenteile an Lokomotiven etc. mit Nickel. Die Vernickelung erfolgt entweder wie die Verzinnung durch Ansieden oder auf galvanischem Wege.

Die erste Methode beruht auf der Einwirkung von Zink auf Nickelsalze bei Anwesenheit von Chlorzink und dem zu vernickelnden Metalle und wird auf folgende Weise ausgeführt: Man bringt in ein genügend großes Gefäß von Kupfer, Porzellan oder Steinzeug eine solche Menge konzentrierte Chlorzinklösung mit dem etwa doppelten Volumen Regenwasser, daß die eingelegten Gegenstände von der Flüssigkeit bedeckt werden. Sodann erhitzt man sie zum Kochen und fügt tropfenweise so viel Salzsäure hinzu, bis der entstandene Niederschlag verschwunden ist, und darauf eine Messerspitze Zinkpulver. Hierauf setzt man soviel eines Nickelsalzes (Chlorid, Sulfat oder Kaliumnickelsulfat) zu, bis die Flüssigkeit deutlich grün aussieht, legt die zu vernickelnden Gegenstände nebst kleinen Zinkblechabschnitzeln oder Zinkdrahtstücken so ein, daß genügende Berührungspunkte dargeboten werden und läßt weiter kochen. Nach etwa 15 Minuten ist die Vernickelung erfolgt, wenn die Gegenstände gehörig rein und das Bad weder durch ausgeschiedenes basisches Zinksalz trübe, noch durch freie Säure sauer geworden war. Die vernickelten Objekte werden sodann gehörig mit Wasser abgespült, getrocknet und mit Schlämmkreide geputzt.

Zur galvanischen Vernickelung bedient man sich Nickelbäder, deren Grundlage das sog. doppeltschwefelsaure Nickelammon (Schwefelsaures Ammonium-Nickeloxydul) ist, auf dessen Darstellung daher besondere Sorgfalt zu verwenden ist. Man bereitet ein Nickelbad zum Vernickeln von Eisen, Stahl, Messing, Bronze und Kupfer aus: Schwefelsaurem Nickeloxydul 300 g, schwefelsaurem Nickeloxydul 250 g, Borsäure 270 g, schwefelsaurem Ammon 50 g, schwefelsaurer Magnesia 125 g, schwefelsaurem Natron 75 g und 10 l destilliertem Wasser, indem man die einzelnen Salze, die Nickelsalze in kochendem Wasser, einzeln auflöst, dann zusammengießt und mit dem Wasser verdünnt. Dieses Bad wird bei einer Spannung von 2 bis 3 Volt benutzt. (Nach Jenisch Handbuch.)

**Vergolden** [Dorer, *Gilding*]. Die hervorragenden Eigenschaften des Goldes (hochgelbe feurige Farbe, Glanz, Unoxydierbarkeit an der Luft) sind schon von alters her Veranlassung gewesen, unedle Metalle mit diesem Metalle zu überziehen, um denselben eine Goldähnlichkeit zu geben, und zwar meist auf dem Wege der nassen Vergoldung, wovon es wesentlich zwei Arten gibt, je nachdem man nämlich das Gold in Quecksilber zu einem Amalgam auflöst, oder als Chlorid in Lösung verwendet. — (Eine dritte Methode, wobei das Gold in fein verteiltem Zustande aufgerieben wird, indem man Leinwand mit Goldchlorid tränkt, zu Asche verbrennt und, mit Essig angefeuchtet, auf dem zu vergoldenden Gegenstande herumreibt, liefert eine solche dünne und wenig dauerhafte Vergoldung, daß sie außer Betracht bleiben kann.)

Zur Amalgam-Vergoldung wird zunächst dadurch ein Gold-Amalgam bereitet, daß man 1 T. feines, dünn ausgewalztes Gold in einem hessischen Tiegel bis zur Rotglühhitze erwärmt, mit 8 T. vorgewärmtem Quecksilber übergießt, einige Minuten unter Umrühren mit einem Eisendrahte in dieser Wärme beläßt, und dann zum plötzlichen Abkühlen in kaltes Wasser gießt. Das so

gewonnene Amalgam ist wenig goldreich und kann daher nur zu schwachen Vergoldungen gebraucht werden. Zu stärkeren Vergoldungen wird das überschüssige Quecksilber (am besten durch Sämschleder) ausgepreßt, wodurch der Goldgehalt sich so steigern läßt, daß auf 1 T. Quecksilber 2 T. Gold kommen.

Behufs der Vergoldung wählt man wenn möglich eine goldähnliche Unterlage, z. B. Tombak [hier fälschlich Bronze genannt, daher Bronze-Vergoldung (Dorure sur bronze, *Wash-gilding*), obwohl auch Kupfer, Silber, Eisen, Stahl auf dieselbe Weise Goldüberzüge erhalten]. Die zu vergoldenden Gegenstände aus Gelbkupfer oder Kupfer werden zunächst blank gebeizt (S. 507) und mit Quickwasser so behandelt, wie bereits S. 540 angegeben ist. Dann wird das Amalgam mittelst einer feinen Messingdrahtbürste aufgetragen und über die ganze Oberfläche gleichmäßig oder nach Bedürfnis verschieden dick verrieben.

Zur Entfernung des Quickwassers werden die mit Amalgam bedeckten Stücke erst mit Wasser behutsam abgewaschen, darauf getrocknet und nun zur Verflüchtigung des Quecksilbers langsam erhitzt (Abrauchen, Passer, *Drying off*). Dies geschieht gewöhnlich in der Weise, daß man die Gegenstände auf einen Drahtrost legt, der sich über glühenden Kohlen oder einer Gasflamme befindet, oder auch durch Halten über einer Spiritus- oder Gasflamme. Bevor das Quecksilber verflüchtigt ist, reibt man das Amalgam oft noch einmal mit einer Borstenbürste ein, um eine gute Verteilung desselben zu bewirken. Nach dem Abrauchen werden die Gegenstände mit Wasser abgewaschen, mit einer Kratzbürste und sehr verdünntem Essig gebürstet, nochmals mit Wasser gewaschen und getrocknet.

Die Amalgam-Vergoldung, auch Feuer-Vergoldung (Dorure au feu) genannt, erfordert zu ihrer Anwendung auf Eisen und Stahl ein vorhergehendes Verkupfern dieser Materialien, während sie auf Silber von mehr als 75% Silber selbst ohne Quickwasser angewendet werden kann. — Statt der Vergoldung mit Quickwasser soll namentlich auch auf Eisen durch Einreiben mit Natrium-Amalgam die Oberfläche für die Annahme von Gold so vorbereitet werden, daß durch ein rasches Auftragen von Goldchlorid und nachheriges Verjagen des Quecksilbers auf dem Herde oder über der Lampenflamme eine schöne Vergoldung entsteht.

Die eigentliche nasse Vergoldung geht mit Hilfe einer galvanischen Batterie (Galvanische Vergoldung, Dorure galvanique, *Electro-gilding*) oder durch einfachen Kontakt so sicher vor sich, wenn die Vergoldungsflüssigkeit richtig dargestellt wird, daß sie die anderen Vergoldungsmethoden ziemlich überflüssig erscheinen läßt, da sie außerdem noch den Vorteil bietet, daß man es bei ihrer Anwendung ganz in der Macht hat, beliebig dicke Niederschläge, also sehr schwache oder starke Vergoldungen zu erzeugen. Die Grundlage der Vergoldungsflüssigkeit bildet das Goldchlorid, welches man durch Auflösen von reinem (Dukaten-) Gold in Königswasser erhält, indem man 3,5 T. Gold mit 50 T. Königswasser bis zur Auflösung des ersteren in der Wärme stehen läßt und sodann zur Verjagung der Säure auf einem Feuer oder einer Flamme abdampft. — Für kalte Vergoldung stellt man das Bad her aus: neutralem, braunem Goldchlorid 15 g, kohlensaurem Natron 80 g, gelbem Blutlaugensalz 80 g und Wasser 5 l. In diesem Bade verwendet man Kohle als Anode und ersetzt das Gold von Zeit zu Zeit durch Goldchlorid. — Ein anderes Bad besteht aus braunem, neutralem Goldchlorid 60 g, Cyankalium 120 g, Wasser 5 l. Man löst erst das Goldchlorid in 250 g Wasser auf, setzt unter beständigem Umrühren solange Ammoniak zu, bis rotes Lackmuspapier sich bläut.

Der gelbe Niederschlag von Knallgold wird abfiltriert und in der Cyankaliumlösung aufgelöst, indem man das Filter mit dem Gold naß in die Lösung bringt. Dieses Goldbad eignet sich besonders für schwere Vergoldung mit Goldanoden bei 2 bis 2,5 Volt Spannung.

Zum Zwecke der Vergoldung werden sodann die auf das sorgfältigste gereinigten Gegenstände an einem Platin- oder vergoldeten Kupferdrahte in die Flüssigkeit gehängt und in den Strom der galvanischen Batterie eingeschaltet. In Zwischenräumen von 2 bis 4 Minuten werden sie so oft herausgenommen und mit Weinstein abgebürstet, bis die gewünschte Vergoldung entstanden ist. — Man erhält hierbei auf polierten Flächen eine Glanzvergoldung, auf matten Flächen eine matte. — Wenn man beim Auflösen des Goldes etwas Kupfer zusetzt, so wird die Vergoldung rötlich; ein Silberzusatz macht dieselbe grünlich.

Versilbern (Argenter, Argenture, *Silvering*). Auch das Silber wird aus ähnlichen Gründen wie das Gold sehr viel zum Überziehen verwendet und zwar ebenfalls in ähnlicher Weise wie dieses dazu vorbereitet, indem es als Amalgam und in Lösung gebraucht wird, wonach man Feuerversilberung (Argenture au feu) und nasse Versilberung unterscheidet.

Bei der ersten Methode wird genau so verfahren, wie bei der Feuervergoldung, nur daß man sich des Silberamalgams bedient.

Zu der nassen Versilberung, die auch die anderen Versilberungsmethoden ziemlich verdrängt hat, wird, wenn sie mit Hilfe einer galvanischen Säule ausgeführt wird (Galvanische Versilberung, Argenture galvanique, *Electroplating*, *Electro-silvering*) folgendes Bad bereitet: In einer großen etwa 16 l haltenden Steinzeugwanne löst man 425 g salpetersaures Silberoxyd in 3—4 l destilliertem Wasser; in einem zweiten Gefäß 162 g Cyankalium in 1 l Wasser. Indem man diese Lösung unter stetigem Umrühren der ersten zusetzt, entsteht ein käsiger Niederschlag von Cyansilber. Man füllt darauf die Wanne ganz mit Wasser, läßt den Niederschlag sich absetzen und gießt dann das Wasser ab. Nach drei- bis viermaliger Wiederholung dieses Waschens wird das Cyansilber sodann dadurch in Lösung gebracht, daß man den zurückgebliebenen Rückstand unter Umrühren mit einer Lösung von 488 g Cyankalium in 3 bis 4 l Wasser behandelt. Dann wird die Gesamtflüssigung durch Wasserzusatz auf 10 l gebracht, eine halbe Stunde unter Wasserersatz gekocht und filtriert. Als Anoden dienen Reinsilberbleche; die Spannung beträgt 0,75 bis 1,0 Volt.

Die zu versilbernden Gegenstände werden sodann in gleicher Weise wie bei der galvanischen Vergoldung behandelt.

Zu einer dünnen Versilberung, auf Teilscheiben u. dergl., durch Anreiben eignet sich vorzüglich ein Pulver aus 3 T. Chlorsilber, 20 T. Weinstein und 15 T. Kochsalz, das mit Wasser gefeuchtet, mit einem weichen Leder oder Zündschwamm aufgerieben wird.

#### IV. Konservierung des Holzes<sup>1)</sup>.

Wie bereits S. 44 etc. hervorgehoben, besitzt das Holz einen Nahrungsaft, welcher aus Wasser sowie organischen und mineralischen Substanzen besteht. Unter den organischen Substanzen befinden sich nun mehrere, welche,

<sup>1)</sup> Heinzerling, Die Konservierung des Holzes. Halle 1885. — Stübling, Bearbeitung etc. der Hölzer. Berlin. — Mayer, Technol. des Holzes als Baumaterial. Braunschweig 1872. — Gottgetreu, Phys. und chem. Beschaffenheit der Baumaterialien. 3. Aufl. Berlin 1880, Bd. I, S. 503. — Andès, Konservierung des Holzes. Wien 1894. — Dinglers Journ. **211**, 480; **271**, 228; **278**, 221; **292**, 287; **298**, 240; **313**, 134; **316**, 548.

zu der Klasse der Proteinkörper gehörend, unter gewissen Verhältnissen, namentlich bei Gegenwart von warmer Feuchtigkeit und Luft, sich leicht zersetzen und diejenigen Erscheinungen herbeiführen, welche als Fäulnis und Vermoderung bekannt sind und die Dauerhaftigkeit des Holzes sehr beeinträchtigen, indem sie ein vollständiges Zerfallen oder Zerstören desselben veranlassen. — Je nachdem diese Zersetzung in ununterbrochener Berührung mit Wasser oder nur in mehr oder weniger starker Feuchtigkeit stattfindet, unterscheidet man die Fäulnis im engeren Sinne oder nasse Fäulnis (*Pourriture humide, Wet-rot*) von der trockenen Fäulnis oder Vermoderung (*Vermoderschen, Trockenfäule, Verstocken, Pourriture sèche, Carie sèche, Dry-rot*). — Da die Ursache dieser Holzzerstörung aber in beiden Fällen hauptsächlich in der Anwesenheit des Saftes, sowie in dem Vorhandensein von Feuchtigkeit zu suchen ist, so sind auch damit die Mittel angezeigt, welche zu ihrer Verhinderung führen können, nämlich:

1. vollständige Beseitigung der Saftsubstanzen,
2. Abschluß der Holzteile gegen Feuchtigkeit und Luft nach Entfernung des Saftwassers,
3. Überführung der Saftsubstanzen in einen unlöslichen oder gärungsunfähigen Zustand.

1. Da die Beseitigung des Saftes auch oft stattfindet, um das Quellen und Verziehen des Holzes zu verhindern, so ist über die Mittel hierzu schon S. 47 etc. das Nötige angegeben.

2. Wenn man das Holz vor seiner Verwendung austrocknet, so bleiben zwar die festen Teile des Saftes zurück; dieselben können jedoch wegen Mangel an Feuchtigkeit entweder gar nicht oder nur im Laufe einer langen Zeit eine für das Holz schädliche Zersetzung erfahren. Deshalb bietet das Austrocknen, zu dem die Mittel S. 47 bereits angegeben sind, ein vorzügliches Mittel zur Konservierung des Holzes und reicht in allen den Fällen aus, wo das letztere sich in trockenen Räumen befindet. Soll dasselbe jedoch in feuchten Räumen angewendet werden, so ist noch für die Fernhaltung der Feuchtigkeit vom Holze durch Überziehen mit solchen Substanzen Sorge zu tragen, welche das Holz vollständig umkleiden oder die durch das Austrocknen geöffneten Poren verstopfen und dadurch zugleich die Luft abhalten. — Als Umhüllungen wendet man in einzelnen Fällen Blech (namentlich Bleiblech) oder Ton an. Mitunter begnügt man sich mit einfachen Isolierschichten aus Metallplatten, Zement, Asphalt etc. Am gebräuchlichsten sind aber für diesen Zweck Anstriche der verschiedensten Art (S. 527) namentlich aber Leinölfirnis, Teer und Auflösungen von Harzen und harzähnlichen Stoffen in Benzin, Schwefelkohlenstoff usw. — Da bei dieser Methode der Konservierung das Holz vollständig ausgetrocknet und nachher ebenso vollständig überzogen und stetig mit einem lückenlosen Überzuge erhalten werden muß, so kann sie nur beschränkte Verwendung zumeist an zugänglichen Holzteilen finden, also im Innern von Gebäuden, an Umzäunungen, an Gartenmöbeln u. dergl.

3. Erfahrungsmäßig werden die fäulnisfähigen Stoffe, besonders also die Proteinsubstanzen des Holzes der Fäulnisfähigkeit durch Behandlung mit verschiedenen Metallsalzen beraubt, weil diese mit den Proteinstoffen unlösliche Verbindungen bilden, die sich dem Wasser gegenüber sehr indifferent verhalten. Da außerdem diese Salze auf die Holzfaser selbst nicht einwirken, so liegt es nahe, das Holz durch Tränkungen mit den Lösungen derselben zu schützen. — Zu den Mitteln, welche die Fäulnis verhindern, gehören ferner noch als besonders wichtig die empyreumatischen Substanzen, welche durch die trockene

Destillation organischer Materie im Teer erhalten werden und namentlich als Kreosot, Karbolsäure etc. außerordentliche antiseptische Wirkung haben, zum Teil wohl dadurch, daß sie das Eiweiß koagulieren, zum Teil durch ihre wirklich lebentötende Eigenschaft. Deswegen bilden diese Agentien ebenfalls eine Reihe wichtiger Konservierungsmittel auch für Holz.

Das auf dem Prinzip der Verwendung von Metallsalzen und antiseptischen Mitteln beruhende Holzkonservierungsverfahren wird Imprägnieren, Imprägnierung, Tränken, auch Kyanisieren (Injecter, Injection, *Steeping, Impregnation*) genannt. Von den zahlreichen in Vorschlag gebrachten Salzen haben nur ausgedehnte Verwendung gefunden: Eisenvitriol, holzessigsäures Eisenoxydul, Zinkvitriol, Zinkchlorid, Kupfervitriol und Quecksilberchlorid (Sublimat), Karbolium etc.

Zur Anwendung der aus diesen Stoffen hergestellten wässerigen Lösungen, als auch der antiseptischen Flüssigkeiten lassen sich im ganzen folgende fünf Wege einschlagen:

1. Anstreichen der Hölzer mit den Flüssigkeiten.
2. Einlegen der Hölzer in die Flüssigkeiten.
3. Kochen der Hölzer in den Flüssigkeiten.
4. Dämpfen der Hölzer mit den Flüssigkeiten.
5. Einpressen der Flüssigkeiten in die Hölzer.

Die drei ersten Methoden liefern ihrer Natur nach nur geringe Resultate, da bei ihrer Verwendung das Eindringen der Flüssigkeit auf eine sehr dünne Schicht der Oberfläche beschränkt bleibt, weil sich die Holzporen durch das Gerinnen der Saftsubstanz, infolge der Berührung mit den konservierenden Stoffen sowie auch direkt durch die letzteren verschließen und ein weiteres Eindringen verhindern. — Die vierte Methode kann auch nur selten zum Ziele führen, weil sie die Flüchtigkeit der Stoffe zur Voraussetzung hat, die nur bei einzelnen (Teeröl, Kreosot etc.) vorhanden ist. — Die fünfte Anwendungsform ist daher die wichtigste, weil sie die sichersten Erfolge in sich schließt. Sie besteht im allgemeinen darin, daß man das Holz in verschließbaren Gefäßen mit der Flüssigkeit umgibt und auf dieser vermittelt hydraulischer Pressen oder gespannten Wasserdampfes einen oft erheblichen Druck (7—10 Atmosphären) zur Wirkung bringt. — Da bei dieser Methode das Eindringen in die Holzporen eine bedeutende Unterstützung findet, wenn man vorher aus den Poren die Luft und den Saft entfernt, so geht dem Einpressen der Flüssigkeit vielfach ein Ausaugen mit dem Dämpfen (S. 49) voran. Die für den ganzen Prozeß in Gebrauch befindliche Einrichtung besteht aus einem horizontalen, sowohl Außen- als Innendruck genügend Widerstand leistenden, zylindrischen Kessel, gewöhnlich von der Konstruktion der einfachen Walzendampfkessel, mit einem abnehmbaren Boden zum Ein- und Ausfahren eines mit dem zu präparierenden Holze beladenen Wagens, der auf Schienen läuft, die in dem Kessel eine Fortsetzung haben. Dieser Kessel besitzt einerseits eine Verbindung mit einer Luftpumpe, andererseits mit dem Behälter zur Aufbewahrung der Salzlösung etc. und mit einem Dampfkessel. In dem Präparierkessel verläuft der Prozeß folgendermaßen. Nachdem derselbe geladen und verschlossen ist, strömt aus dem Dampfkessel so lange Dampf ein, bis die Erwärmung des Holzes etwa 100° erreicht hat, was der Fall zu sein pflegt, wenn die ablaufende Saftflüssigkeit 80 bis 90° zeigt. Sodann wird der Dampf abgesperrt, der Kessel durch den Ablasshahn abgelassen und mit der Luftpumpe in Verbindung gebracht. Sobald ein bedeutendes Vakuum erzielt ist, läßt man unter fortgesetzter Tätigkeit der Luftpumpe die Imprägnierungsflüssigkeit zulaufen, bis das Holz davon bedeckt

ist, und ruft darauf vermittelt einer Druckpumpe eine Pressung bis etwa 8 Atmosphären hervor.

Eine andere Methode<sup>1)</sup> beruht auf dem hydrostatischen Gesetze und gelangt dadurch zur Ausführung, daß man aus einem etwa 12 m hoch aufgestellten Bottiche die Salzlösung (Kupfervitriol von 2<sup>o</sup> Beaumé) vermittelt eines kupfernen Rohres in eine Kappe leitet, welche die Hirnfläche des frisch gefüllten Stammes luftdicht umschließt. Dadurch drängt sich die Flüssigkeit unter dem Drucke ihrer 12 m hohen Säule in den nicht entrindeten Stamm ein und schiebt den Holzsaft so lange vor sich her, bis sie selbst aus dem anderen Hirnende heraustritt.

Da die fäulnisfähigen Substanzen und die fäulniserregenden Organismen auch durch starke Erhitzung zerstört werden, so ist hierauf die Wirkung der Ankohlung, Verkohlung, Karbonisierung an denjenigen Teilen, welche mit Feuchtigkeit in Berührung, z. B. in die Erde kommen (Telegraphenstangen, Pfähle etc.) zurückzuführen. Außerdem verdichtet die Kohle bis zu einem gewissen Grade die von außen eindringenden faulenden Substanzen; und ferner kommt das beim Verkohlen eintretende Trocknen und die Bildung von kreosothaltigen Dämpfen, welche in dem Holze aufsteigen, als günstiges Moment in Betracht. Demgegenüber steht aber die große Porosität der Kohle, die das Wasser nicht lange zurückhalten kann, die Bildung vieler Risse und Spaltungen und die Verminderung der Festigkeit, so daß man diesem Verfahren nur einen sehr untergeordneten Wert beimessen kann. Nichtsdestoweniger sind besondere Apparate zum Verkohlen ausgedacht<sup>2)</sup>.

Endlich hat man sogar einen vollständigen Gerbeprozess<sup>3)</sup>, sowie eine Erwärmung des Holzes auf 150 bis 250<sup>o</sup> in geschlossenen Stahlzylindern bei 10 bis 14 Atm. Druck ohne Saftentziehung<sup>4)</sup> vorgeschlagen.

1) Dinglers Journ. **177**, 360; **191**, 330; **211**, 480; **213**, 360. — 2) Armengaud, Publ. ind., Bd: 20, S. 291. — Deutsch. Ind.-Zeit. 1872, S. 103. — Wagners Jahresber. 1872, S. 824. — Dinglers Journ. **169**, 237; **181**, 42 u. 456. — 3) Wagners Jahresber. 1873, S. 868; 1874, S. 958. — 4) Dinglers Journ. **298**, 240.

Schluß des ersten Bandes.





# Alphabetisches Sach-Verzeichnis

## des I. Bandes.

- Abfinnen 211.  
Abrichtmaschine 339.  
Abscheren 238.  
Abschlagkasten 102.  
Abschrot 264.  
Abschroten 264.  
Abziehen 425.  
Aderholz 38.  
Adouzieren 132.  
Alfenid 31.  
Alpaka 31.  
Aluminium 17.  
Aluminiumbronze 30.  
Aluminothermie 468.  
Amboß 158.  
Anguß 125.  
Anke 183.  
Anlassen 16.  
Anlaßfarben 16.  
Anschlagwinkel 71.  
Anschweißen 464.  
Anstählen 464.  
Anstellungswinkel 242.  
Anstreichen 527.  
Argentan 31.  
Ätzen 524.  
Aufhauer 265.  
Auflage 378, 386.  
Aufschlagen 481.  
Aufschweißen 464.  
Aufwerfer 160.  
Aufziehen 213.  
Ausbohrmaschine 357, 367.  
Aushauer 268.
- Ausräumer 427.  
Ausreiber 427.  
Ausschneidsäge 317.  
Axt 270.
- Backen 448.  
Bahn 156, 158.  
Balanciersäge 323.  
Balleisen 267.  
Bandagenwalzwerk 199.  
Bandsäge 318.  
Bank 55.  
Bankeisen 58.  
Bankhaken 58.  
Bankmeißel 264.  
Bast 36.  
Beil 270.  
Beißzange 270.  
Beitel 267.  
Beizen 507.  
Bessemern 10.  
Bestoßmaschine 291.  
Bett 283, 387.  
Biegen 203.  
Biegemaschine 207.  
Biegezangen 205.  
Bimsstein 515.  
Blasbalg 145.  
Blasenstahl 11.  
Blatt 483.  
Blattgold 224.  
Blech 220.  
Blechfabrikation 220.  
Blei 21.
- Bleigießerei 137.  
Blindholz 476.  
Bohrbrett 353.  
Bohrer 346.  
Bohrknarre 356.  
Bohrkurbel 354.  
Bohrmaschine 354, 357.  
Bohrwinde 353.  
Bördelmaschine 209.  
Bördeln 205.  
Brille 386.  
Britanniametall 32.  
Bronze 28.  
Bronzegießerei 134.  
Brunieren 530.  
Brustbrett 353.  
Brusthammer 160.  
Brustleier 353.  
Buckeleisen 183.  
Busen 310.
- Chabotte 160, 165.  
Chinasilber 31.  
Cliehiermaschine 125.
- Damascenerstahl 12.  
Damascierung 13.  
Dambrett 99.  
Dammgrube 118, 122.  
Dämpfen 49.  
Dampfhammer 162.  
Dampfuschläger 161.  
Darrkammer 118.  
Daumenhammer 170.

- Deckzange 483.  
 Deltametall 28.  
 Dixel 272.  
 Dibbeln 492.  
 Dickzirkel 64.  
 Dorn 187.  
 Draht 215.  
 Drahtbürste 518.  
 Drahtfabrikation 215.  
 Drahtlehre 65.  
 Drahtmaß 65.  
 Drahtnummer 65, 187.  
 Drahtwalzen 216.  
 Drahtzieheisen 187.  
 Draufbohrer 358.  
 Drehbank 375.  
 Drehbrett 110.  
 Drehen 374.  
 Drehhaken 377.  
 Drehlade 110.  
 Drehmaschine 288.  
 Drehmeißel 267, 376.  
 Drehröhre 268, 377.  
 Drehstein 420.  
 Drehstift 405.  
 Drehstuhl 404.  
 Drehwüchsig 39.  
 Drehwerkzeuge 376.  
 Drücken 213.  
 Drückstahl 213.  
 Druckwerk 173.  
 Dübeleisen 269.  
 Duranametall 28.  
 Durchschlag 259.  
 Durchschnitt 259.  
 Düse 83.  
  
**Eckverbindungen** 486.  
 Einguß 123.  
 Einlegen 491.  
 Eisen 6.  
 Eisengießerei 129.  
 Eisenstäbe 218.  
 Ellipsenzirkel 77.  
 Emaillieren 525.  
 Esse 148.  
 Exzenterpresse 175.  
  
**Fahluner Diamanten** 32.  
 Fallhammer 173.  
 Falz 276, 482.  
 Falzen 205, 482.  
  
 Falzmaschine 205, 483.  
 Färben 507.  
 Fassondraht 215.  
 Faulbruch 14.  
 Feder 278, 485, 488.  
 Federhammer 171.  
 Federzange 51.  
 Federzirkel 62.  
 Feilen 409.  
 Feilholz 60.  
 Feilkloben 54.  
 Feilmaschine 288.  
 Ferrit 7.  
 Feuer 148.  
 Feuervergoldung 543.  
 Finne 156.  
 Firnissen 528.  
 Flacheisen 218.  
 Flachzange 52.  
 Fladern 39.  
 Flammöfen 79, 86.  
 Flintenbohrmaschine 371.  
 Flügelschraube 437.  
 Flußstahl 11.  
 Form 78, 83.  
 Formbrett 101.  
 Formerei 78, 92.  
 Formerstifte 111.  
 Formerwerkzeuge 98.  
 Formkasten 100.  
 Formmaschine 112.  
 Formplatte 108.  
 Formsand 92.  
 Fräsen 325.  
 Fräsmaschinen 325, 336.  
 Friktionshammer 173.  
 Frischeisen 11.  
 Frischen 9.  
 Frosch-Brammschnitt 280.  
 Fuchsschwanz 300.  
 Fügebock 60.  
 Fügen 60.  
 Fühlhebel 69.  
 Furnieren 476.  
 Fußhammer 161.  
 Futter 213, 384.  
  
 Gabelpfanne 127.  
 Gang 429.  
 Gang, toter 436.  
 Gatter 306.  
  
 Gebläse 145.  
 Gehänge 101.  
 Gehrung 486.  
 Gehrungsschneidlade 293.  
 Gehrungszwinge 477.  
 Geißfuß 159, 268.  
 Gelbkupfer 27.  
 Gerbstahl 521.  
 Gesenk 182.  
 Gesenkschmieden 211.  
 Gewindbohrer 445.  
 Gewinde 429.  
 Gicht 80.  
 Gießerei 78.  
 Gießkellen 127.  
 Gießkopf 125.  
 Gießpumpe 125.  
 Gießhammer 159.  
 Glockenbronze 30.  
 Glockengut 30.  
 Glühofen 150.  
 Gold 21.  
 Goldgießerei 138.  
 Grabstichel 265.  
 Grat 279, 486, 488.  
 Graueisen 8.  
 Gravieren 523.  
 Greifzirkel 68.  
 Grundeseisen 267.  
 Guillochierungen 408.  
 Guß, schmiedbarer 132.  
 Gußnaht 105.  
 Gußstahl 12.  
 Gußstück 92.  
  
**Hakenblatt** 484.  
**Hakenstahl** 377.  
 Hammer 156.  
 Hämmerbarkeit 143.  
 Hammerklotz 162.  
 Hammerkolben 472.  
 Hammerschlag 210.  
 Handkloben 54.  
 Hartblei 32.  
 Hartborsten 16.  
 Härten 15.  
 Härterisse 16.  
 Hartguß 8, 130.  
 Hartlot 470.  
 Härtungskohle 7.  
 Haube 270.

- Hauer 268.  
 Hebelhammer 159.  
 Helm 160.  
 Hemd 119.  
 Herdformerei 99.  
 Hirnholz 38.  
 Hirnleiste 486.  
 Hitze 155, 210.  
 Hobel 124, 272.  
 Hobelbank 58.  
 Hobelmaschine 282, 338.  
 Hohlbohrer 350.  
 Hohleisen 268.  
 Hohlmeißel 377.  
 Holz 35.  
 Holzhobelmaschine 291, 338.  
 Holzkonservierung 544.  
 Holzring 36.  
 Holzschrauben 430.  
 Holzverbindungen 483.  
 Homogenblech 221.  
 Hornamboß 158.  
  
 Imprägnieren 546.  
 Inoxydation 529.  
  
 Jahrringe 36.  
  
 Kaliber 198.  
 Kalibermaß 69.  
 Kaliberwalzen 198.  
 Kaltbruch 14.  
 Kanonenbohrer 351.  
 Kanonenbronze 30.  
 Kappe 265.  
 Karbonisieren 547.  
 Karborund 420.  
 Kastenformerei 100.  
 Kehlmaschine 341.  
 Keilverbindungen 504.  
 Kern 108, 119, 124, 430.  
 Kernguß 108.  
 Kernholz 37.  
 Kernkasten 108.  
 Kernlager 109.  
 Kernschlichte 121.  
 Kernstück 105.  
 Kernstützen 109.  
 Kitten 478.  
 Klemmfutter 384.  
 Klotzwagen 308.  
 Kluppzange 51.  
 Knarre 356.  
  
 Knecht 58.  
 Kneipzange 270.  
 Knittergold 225.  
 Knüppel 216.  
 Kolben 219.  
 Konservierung des Holzes 544.  
 Kopf 437.  
 Kopfstempel 212.  
 Kopfwalzwerk 199.  
 Kopierdrehbank 406.  
 Körnen 375.  
 Körner 75.  
 Kornzange 51.  
 Korubin 419.  
 Kranpfannen 128.  
 Krauseln 194.  
 Kreishobelmaschine 288.  
 Kreissäge 299, 321.  
 Kreuzmeißel 264.  
 Kreuzverbindung 486.  
 Kronsäge 299.  
 Kugelsupport 397.  
 Kupfer 18.  
 Kupolofen 80.  
 Kurbelhammer 171.  
 Kurvensupport 397.  
 Kyanisieren 546.  
  
 Lackieren 528.  
 Langholz 38.  
 Langlochmaschine 344.  
 Langrisse 14.  
 Legierungen 23.  
 Lehm 92.  
 Lehmformerei 119.  
 Lehre 69, 110.  
 Leimen 476.  
 Leimknecht 53.  
 Leimzwinde 53.  
 Leitspindel 388, 390.  
 Lochbeitel 267.  
 Lochen 237, 259.  
 Lochmaschine 259.  
 Lochscheibe 237, 259.  
 Lot 468.  
 Löten 468.  
 Lötkolben 472.  
 Lötlampe 474.  
 Lötöfen 472.  
 Lötzscheibe 385.  
 Lötwasser 471.  
 Lufthammer 172.  
  
 Lünette 386.  
 Lupe 10.  
  
 Magnalium 32.  
 Magnoliametall 32.  
 Maillechort 31.  
 Marineleim 478.  
 Mark 36.  
 Markstrahlen 36.  
 Martinstahl 11.  
 Masern 39.  
 Masse 92.  
 Masseformerei 117.  
 Masselgraben 128.  
 Massivschraube 429.  
 Maßstab 60.  
 Matrize 183, 237, 259.  
 Mattieren 509, 523, 531.  
 Meißel 264.  
 Messer 269.  
 Messing 27.  
 Messinggießerei 133.  
 Meßring 65.  
 Mikrometerschraube 436.  
 Mitnehmer 383.  
 Mittelsucher 75.  
 Modell 96, 119, 213, 406.  
 Modellplatte 108.  
 Molette 201.  
 Molettiermaschine 201, 398.  
 Muntzmetall 27.  
 Mutter 430.  
 Mutterbohrer 445.  
  
 Nachlassen 16.  
 Nageleisen 212.  
 Nageln 492.  
 Nagelschrot 265.  
 Neusilber 31.  
 Nickel 18.  
 Nickelstahl 13.  
 Niello 526.  
 Nieten 493.  
 Nietenmaschine 494.  
 Nietenpresse 494.  
 Niethammer 496.  
 Nietkluppe 494.  
 Nietmaschine 497.  
 Normalprofile 218.  
 Nummer 187.  
 Nut 278, 485.  
 Nutmaschine 341, 344.

- Nutstoßmaschine 291.  
 Nut- u. Federmaschine 490.  
  
 Ovalwerk 406.  
  
 Pailen 475.  
 Pakfong 31.  
 Panzerplatten 221.  
 Parallelfleilkloben 55.  
 Parallelschraubstock 57.  
 Parallelzange 53.  
 Passigdrehen 405.  
 Patrone 453.  
 Patronendrehbank 453.  
 Pendelsäge 323.  
 Phosphorbronze 30.  
 Pilgerwalzwerk 229.  
 Planscheibe 385.  
 Platin 22.  
 Platten 220.  
 Plättchen 198.  
 Plattieren 226.  
 Polieren 513.  
 Poliermaschine 518.  
 Polierstahl 521.  
 Politur 522.  
 Prägen 214.  
 Prägstempel 214.  
 Prägwerk 174.  
 Pressen 53, 174.  
 Prinzmetall 27.  
 Puddelisen 11.  
 Puddeln 10.  
 Pudern 103.  
 Punzen 180.  
 Putzen 131, 259.  
 Pyrographie 526.  
  
 Queensmetall 32.  
 Quellen 48.  
 Querhobelmaschine 341.  
  
 Räderdrehbank 394.  
 Räderpresse 481.  
 Radialbohrmaschine 362.  
 Rändelmaschine 398.  
 Rändelrad 201.  
 Raspel 415.  
 Ratsche 356.  
 Rattenschwanz 415.  
 Raubbank 277.  
  
 Räumer 427.  
 Rauschgold 226.  
 Reckwalzen 220.  
 Register 454.  
 Reibahlen 427.  
 Reifkloben 60.  
 Reifmesser 269.  
 Reißen 16, 74.  
 Reißmaß 75.  
 Reißnadel 75.  
 Reitstock 382.  
 Reliefkopiermaschine 523.  
 Rennspindel 352.  
 Rennstahl 11.  
 Reversierwalzwerk 186.  
 Revolverkopf 400.  
 Richtplatte 76.  
 Rohbruch 14.  
 Roheisen 7.  
 Röhre 268, 377.  
 Röhrenfabrikation 227.  
 Röhrenpresse 229.  
 Rohrschlüssel 504.  
 Rohrzange 53.  
 Rollenbohrer 352.  
 Rollmaß 61.  
 Rollofen 151.  
 Rosettenkupfer 19.  
 Rotguß 27, 30.  
 Rotbruch 14.  
 Rundfeuer 150.  
 Rundfräsen 333.  
 Rundschleifen 422.  
 Rundzangen 205.  
  
 Sägen 295.  
 Sägemaschine 295, 305.  
 Sägemühle 306.  
 Sägeschärfmaschine 423.  
 Sandformerei 95.  
 Sandleisten 101.  
 Sandstrahlgebläse 523.  
 Saugen 94.  
 Schaben 241.  
 Schaber 426.  
 Schablonenformerei 117.  
 Schabotte 165.  
 Schalenguß 130.  
 Scharnierkluppe 450.  
 Schellstück 306.  
 Schere 56, 250.  
 Scherkuppe 450.  
  
 Schiebzange 53.  
 Schiebzeug 309.  
 Schieferig 14.  
 Schiffler 478.  
 Schlagen 224.  
 Schlagmaschine 225.  
 Schlagrädchen 201.  
 Schlagstöckchen 159.  
 Schlagwerk 184.  
 Schleifen 417.  
 Schleifholz 517.  
 Schleifmaschine 421.  
 Schleifstein 417.  
 Schleppwalzen 194.  
 Schlichtstahl 377.  
 Schließkopf 494.  
 Schliff 420.  
 Schlüsselgesenk 212.  
 Schmelzen 78.  
 Schmiedeisen 9.  
 Schmiedeesse 148.  
 Schmiedeherd 148.  
 Schmiedemaschine 175.  
 Schmieden 210.  
 Schmiedezange 52.  
 Schmiede 73.  
 Schmirgel 515.  
 Schmirgelpapier 518.  
 Schneidbacken 448.  
 Schneidbohrer 445.  
 Schneide 234.  
 Schneideisen 448.  
 Schneidkluppe 449.  
 Schneidmodel 269.  
 Schneidscheiben 327.  
 Schneidwerk 255.  
 Schneidwerkzeuge 234.  
 Schnellhammer 166.  
 Schnellot 469.  
 Schnellstahl 13.  
 Schnitzelbank 60.  
 Schnitzer 269.  
 Schraffieren 523.  
 Schrägmaß 73.  
 Schränken 298.  
 Schraube 429.  
 Schraubenbohrer 353, 445.  
 Schraubenfabrikation 429.  
 Schraubengang 429.  
 Schraubengewinde 429.  
 Schraubenkluppe 449.  
 Schraubenmutter 429.

- Schraubenschlüssel 503.  
 Schraubenschneiden 440.  
 Schraubenschneidmaschine 457.  
 Schraubenspindel 429.  
 Schraubenverbindungen 489.  
 Schraubenzieher 502.  
 Schraubstahl 453.  
 Schraubstock 54.  
 Schraubzwinge 54.  
 Schriftgießerei 137.  
 Schrotten 264.  
 Schrotmeißel 265.  
 Schroturm 138.  
 Schublehre 69.  
 Schwalbenschwanz 483, 489.  
 Schwanzhammer 160.  
 Schwarte 306.  
 Schweifen 213.  
 Schweißstock 159.  
 Schweißbarkeit 9.  
 Schweißbeisen 11.  
 Schweißen 210, 464.  
 Schweißmaschinen 466.  
 Schweißofen 150.  
 Schwenkguß 130, 136.  
 Schwinden 44, 96.  
 Schwindmaß 96.  
 Schwindverbindungen 479.  
 Seckenzug 189.  
 Semilor 27.  
 Senker 326.  
 Setzhammer 180.  
 Setzkopf 494.  
 Setzstock 386.  
 Setzwage 71.  
 Shapingmaschine 288.  
 Siekenmaschine 209.  
 Silber 22.  
 Silbergießerei 136.  
 Spaltbarkeit 40.  
 Spanblech 59.  
 Sperrhorn 158.  
 Spiegel 38.  
 Spiegelmetall 30.  
 Spindel 378.  
 Spindelkasten 378.  
 Spiralbohrer 350.  
 Spitzbalg 145.  
 Spitzenhöhe 387.  
 Spitzkolben 472.  
 Spitzstahl 376.  
 Spitzstichel 266.  
 Spleißen 19.  
 Splint 504.  
 Splintholz 37.  
 Spratzen 22.  
 Sprenggabel 212.  
 Spund 490.  
 Spundbohrer 352.  
 Spundmaschine 341.  
 Stabeisen 12.  
 Stabeisenfabrikation 218.  
 Staffelwalzen 200.  
 Stahl 9.  
 Stahlgießerei 132.  
 Stampfe 183.  
 Stangenzirkel 63.  
 Stanze 183.  
 Stauchen 152, 211.  
 Stehknecht 59.  
 Stechzeug 266.  
 Stemmaschine 293.  
 Stemmeisen 267.  
 Stempel 180.  
 Sterrometall 27.  
 Stichel 265.  
 Stielkloben 55.  
 Stirnhammer 160.  
 Stockzahn 297.  
 Stoßbank 277.  
 Stoßmaschine 291.  
 Stoßwerk 173.  
 Strahlgebläse 147.  
 Strecken 211, 224.  
 Streckung 153, 203.  
 Streichmaß 75.  
 Stückgut 30.  
 Sturz 221.  
 Sturzguß 130, 136.  
 Sumpf 86.  
 Support 284, 388.  
 Taster 64.  
 Technologie 1.  
 Temperkohle 7.  
 Tempern 131.  
 Texel 272.  
 Thermit 468.  
 Tiegelofen 88.  
 Tischkloben 55.  
 Tombak 27.  
 Treiben 180, 213.  
 Treibkitt 180.  
 Treibkugel 180.  
 Treibstock 159.  
 Triowalzwerk 195.  
 Tripel 517.  
 Tritthammer 161.  
 Trockenkammer 118.  
 Trockenstube 118.  
 Überfaltung 485.  
 Umschlagmaschine 205.  
 Universaldrehbank 398.  
 Universalwalzwerk 200.  
 Verbranntes Eisen 14.  
 Verbundplatten 221.  
 Vergolden 542.  
 Verkupfern 540.  
 Vernickeln 541.  
 Versenkmaschine 337.  
 Versilbern 544.  
 Verstählen 464.  
 Verstemmen 501.  
 Verzinken 537.  
 Verzinnen 541.  
 Viereisen 268.  
 Vogelzunge 415, 416.  
 Vorhalter 496.  
 Vorstählen 464.  
 Vorsteckstift 504.  
 Walzdraht 216.  
 Walzen 191.  
 Walzendrehbank 395.  
 Wandbohrmaschine 354.  
 Wangen 387.  
 Wärmespeicher 89.  
 Weichlot 469.  
 Weißblech 533.  
 Weißbeisen 8.  
 Weißkupfer 31.  
 Weißmetall 32.  
 Weißsieden 510.  
 Wendeseisen 352, 452.  
 Werfen 16, 44, 97.  
 Werkzeug 152.  
 Werkzeugmaschinen 246.  
 Wetzstein 417.  
 Wiener Kalk 516.  
 Wimmerig 39.  
 Wimper 148.  
 Windpfeifen 99.

Winkelmaß 71.  
 Wippe 375.  
 Wolframstahl 13.  
 Wolfzahn 297.

Zangen 51.  
 Zapfen 483.  
 Zapfenbohrer 351.  
 Zapfenschneidmaschine 341.  
 Zapfenstreichmaß 76.  
 Zementierpulver 132.  
 Zentrieren 375.  
 Zentriermaschine 375.

Zentrierstock 401.  
 Zentrifugalgebläse 147.  
 Zentrifugalguß 125.  
 Ziehbank 188.  
 Ziehbarkeit 143, 185.  
 Zieheisen 184.  
 Ziehen 16, 44, 94, 185.  
 Ziehklinge 425.  
 Ziehloch 185.  
 Ziehpresse 176.  
 Ziehzange 188.  
 Zink 19.  
 Zinken 487.  
 Zinkenschneidmaschine 490.

Zinkgießerei 135.  
 Zinn 20.  
 Zinngießerei 136.  
 Zirkel 61, 77.  
 Zollstock 61.  
 Zudrückmaschine 483.  
 Zugmesser 269.  
 Zulage 476.  
 Zuschärfung 234.  
 Zuschläger 211.  
 Zwängverbindungen 479.  
 Zylinderbalg 146.  
 Zylinderbohrmaschine 367.  
 Zylindersäge 299.

**BIBLIOTEKA PROFESORSKA**  
**Żeńskiego Gimnazjum Kupieckiego**  
 w KRAKOWIE

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

---

# Technologisches Wörterbuch.

---

## Deutsch-Englisch-Französisch.

Gewerbe, Zivil- und Militär-Baukunst, Artillerie, Maschinenbau, Eisenbahnwesen, Straßen-, Brücken- und Wasserbau, Schiffbau und Schifffahrt, Berg- und Hüttenwesen, Mathematik, Physik, Elektrotechnik, Chemie, Mineralogie u. a. m. umfassend.

Neu bearbeitet und herausgegeben von

**Egbert v. Hoyer,**

und

**Franz Kreuter,**

o. Professor der Mechanischen Technologie

o. Professor der Ingenieurwissenschaften

an der Kgl. Technischen Hochschule in München.

---

## Fünfte Auflage.

### **I. Band:**

*Deutsch-Französisch-Englisch.*

Mk. 12.—, gebunden M. 14.—.

### **II. Band:**

*Englisch-Deutsch-Französisch.*

M. 12.—, gebunden M. 14.—.

### **III. Band:**

*Französisch-Deutsch-Englisch.*

Mk. 12.—, gebunden M. 14.—.

---

Mehr als jemals ist in unserer Zeit auf allen Gebieten der Technik das Streben lebendig, unsere einheimische technische Produktion konkurrenzfähiger zu gestalten gegenüber derjenigen des Auslandes. Den Fortschritten in der ausländischen Literatur stetig zu folgen ist daher zur Notwendigkeit geworden. Dabei hat sich unser Wörterbuch, in mehr als dreißigjährigem Bestehen, in vier starken Auflagen als treuestes Hilfsmittel bewährt; ohne eine solche Hilfe werden bei allen wissenschaftlichen und geschäftlichen Beziehungen zum Auslande, bei der mannigfachen Bedeutung vieler Wörter, je nach ihrer Beziehung zu den verschiedenen Branchen der Technik, Irrtümer und Verwechslungen unvermeidlich sein.

Bei der Vielseitigkeit des Stoffes war lediglich durch das Zusammenwirken bewährter Fachtechniker, die nur ihr ganz spezielles Gebiet selbstständig bearbeiteten, eine völlig auf dem Standpunkte der heutigen Wissenschaft stehende Ergänzung in möglichst umfassender Reichhaltigkeit und Zuverlässigkeit auf allen Gebieten erreichbar.

C. W. Kreidels Verlag in Wiesbaden.

---

# Brücken und Dächer.

Zahlenbeispiele

zu deren

**Statischen Berechnung.**

Bearbeitet von

**F. Grages,**

Königlichem Regierungs-Baumeister.

Durchgesehen von

**G. Barkhausen,**

Geh. Regierungsrat und Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Hannover.

*Mit 309 Abbildungen auf 23 lithogr. Tafeln.*

Preis 8 Mark.

---

Linienführung

von

# Verkehrswegen

mit

besonderer Berücksichtigung der Eisenbahnen

von

**Franz Kreuter,**

ord. Professor der Ingenieur-Wissenschaften an der K. Bayer. technischen Hochschule zu München.

*Mit 80 Abbildungen.*

Preis Mark 7.50, gebunden Mark 9.—.

Das Werk kann jedem Ingenieur, der mit Vorarbeiten für Verkehrswege, namentlich Eisenbahnen, zu tun hat, zum Studium und zum Nachschlagen empfohlen werden.

(Deutsche Bauzeitung.)

# Der Brückenbau.

Leitfaden zum Selbststudium.

Von

**Franz Tschertou.**

*Mit 612 Textabbildungen.*

Preis 9 Mk. 60 Pfg., gebunden 11 Mk.

„ . . . Die Literatur des Brückenbaues hat durch das vorliegende Werk eine neue Bereicherung erfahren . . . Die sachliche Zusammenfassung des ganzen Materials, sowie die zweckdienliche Ausstattung dieses Buches sichert ihm in den Fachkreisen die gebührende Beachtung und Wertschätzung. (Österr. Eisenbahnzeitung.)

---

Die

# elektrotechnischen Einrichtungen moderner Schiffe.

Von

**O. C. Roedder,**

staatlich geprüfem Schiffsbau-Ingenieur.

*Mit 222 Abbildungen und 2 Tafeln im Texte.*

Preis 8 Mk. 60 Pfg., gebunden 10 Mk. 60 Pfg.

---

Die

# Grundlagen der Turbinenberechnung

für

Praktiker und Studierende des Bauingenieurfaches.

Von

**Dankwerts,**

Regierungs- und Baurat, Professor an der techn. Hochschule zu Hannover.

==== *Mit 102 Abbildungen im Texte und einem Nachtrage.* ====

Preis 1 Mk. 80 Pfg.

C. W. Kreidels Verlag in Wiesbaden.

---

Über die  
**Untersuchung und das Weichmachen**  
des  
**Kesselspeisewassers.**

---

Von

Ing. chem. **Edmund Wehrenfennig**,  
Ober-Inspektor der Österreichischen Nordwestbahn in Wien.

Unter Mitwirkung

von

Ing. chem. **Fritz Wehrenfennig**,  
Fabrik-Direktor in Eggenberg b. Graz.

**Zweite, gänzlich umgearbeitete Auflage.**

*Mit 168 Abbildungen im Text und einer lithographierten Tafel.*

Preis: Mk. 7.50, gebunden Mk. 8.70.

**Inhaltsverzeichnis.** I. Allgemeines über Wasserreinigung, Härte, Alkalinität.  
— II. Untersuchung des Wassers. — III. Verbesserung des Wassers. — IV. Erprobung  
der Weichmachung. Betriebsmerkbuch. — V. Schlammabsonderung aus präpariertem  
Wasser und Vermeidung derselben von Kalmann. — VI. Durchführung der Wasser-  
reinigung und dazu gehörige Einzeleinrichtungen. — VII. Rückblick auf die Entwicklung  
der Wasserreinigungseinrichtungen. — VIII. Beurteilung einer Wasserreinigungsanlage nach  
Zweckmäßigkeit, Billigkeit und Betriebsicherheit. — IX. Studie behufs Herstellung von  
Wasserreinigungsanlagen. Vorarbeiten hierfür durch Probeweichmachungen bei Präparation  
des Wassers ohne und mit Anwärmen, ohne oder mit Beigabe eines Kalküberschusses. Das  
Absetzen und Klären im ruhenden Wasser. — Das Absetzen und Klären im steigenden  
Wasser. — Anhang. Zusammenstellungen der Erhebungen über Wasserherkommen, Eigen-  
schaften, Einwirkung auf den Kessel und seine Verwendung. Ursachen der Verunreinigung  
der Wasser. Erprobung der Kalmannschen Formel. Herstellung der bei der Wasser-  
analyse nötigen Chemikalien.

Einführung  
in das  
**technische Zeichnen**

für

**Architekten, Bau-Ingenieure und Bau-Techniker.**

Entwicklung der wichtigsten Methoden zeichnerischer Darstellung  
angewandt auf technische Gegenstände nebst Erörterungen über die  
hierbei zur Verwendung kommenden Materialien.

Von

Professor **B. Ross,**

Architekt, Regierungsbaumeister.

*Mit 2 Seiten Schriftproben im Text und 20 zum größten Teil  
farbigen Tafeln.*

Preis in Mappe 12 Mk. 60 Pfg.

---

Zahlenbeispiel  
zur  
**statischen Berechnung**  
von  
**massiven Dreigelenkbrücken**  
vermitteltst Einflußlinien.

Bearbeitet

nach den Grundzügen des Herrn

Geh. Regierungsrates **G. Barkhausen,**

Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Hannover

von

**A. Teichmann,**

Ingenieur am Tiefbauamt zu Leipzig.

*Mit 29 Abbildungen auf 4 lithographierten Tafeln.*

Preis 2 Mk. 40 Pfg.

88-2

Die Betriebsmittel  
der  
Elektrischen Eisenbahnen.

Von

**E. C. Zehme,**

Privatdozent an der Kgl. technischen Hochschule Berlin.

*Mit 315 Textabbildungen und 66 lithographierten Tafeln.*

*Inhalt: I. Das Fahrzeug. A. Triebwagen. B. Lokomotiven. — II. Die elektrische Einrichtung der Fahrzeuge. A. Die Motoren. B. Triebwerk zwischen Motor und Wagenachse. C. Regelung und Anlassen der Motoren. D. Schaltvorrichtungen und Leitungen. E. Speicher.*

„ . . . . . Wir dürfen annehmen, daß das ausgezeichnete Werk viele Anhänger finden wird.“

*(Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen.)*

„ . . . . . The book may be recommended as being a desirable addition to the bookshelves of all engineers who are interested in electric railway or tramway work.“

*(The light Railway and tramway Journal.)*

Preis Mk. 27.—, in Halbfranz gebunden Mk. 30.—.

---

Elektrische  
Licht- und Kraft-Anlagen.

Gesichtspunkte für deren Projektierung.

Von

**Dr. Ludwig Fischer,**

Chefingenieur des Techn. Zentralbureaus der Exportvereinigung deutscher elektrotechnischer Fabriken (Fred. C. Jenkins) Hamburg.

*Mit zahlreichen Abbildungen im Text.*

Preis Mk. 6.60, gebunden Mk. 8.—.

---

Von der  
Erhaltung der Energie

und dem

Gleichgewicht des nachgiebigen Körpers.

Von

**Carl J. Kriemler,**

Privatdozent an der Techn. Hochschule Karlsruhe.

Preis Mk. 1.30.







WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-351677

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294769