

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw.

~~369~~

304

8
Geisteswelt

R. Vater
Die
Maschinenelemente

Zweite Auflage

BS

B. G. Teubner. Leipzig-Berlin

Die Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“

zunehmend schon über 600 Bändchen umfassend, sucht seit ihrem Entstehen dem Gedanken zu dienen, der heute in das Wort: „Freie Bahn dem Tüchtigen!“ geprägt ist. Sie will die Errungenschaften von Wissenschaft, Kunst und Technik einem jeden zugänglich machen, ihn dabei zugleich unmittelbar im Beruf fördern, den Gesichtskreis erweiternd, die Einsicht in die Bedingungen der Berufsarbeit vertiefend.

Sie bietet wirkliche „Einführungen“ in die Hauptwissensgebiete für den Unterricht oder Selbstunterricht des Laien, wie sie den heutigen methodischen Anforderungen entsprechen. So erfüllt sie ein Bedürfnis, dem Skizzen, die den Charakter von „Auszügen“ aus großen Lehrbüchern tragen, nie entsprechen können, denn solche setzen vielmehr eine Vertrautheit mit dem Stoffe schon voraus.

Sie bietet aber auch dem Fachmann eine rasche zuverlässige Übersicht über die sich heute von Tag zu Tag weitenden Gebiete des geistigen Lebens in weitestem Umfang und vermag so vor allem auch dem immer stärker werdenden Bedürfnis des Forschers zu dienen, sich auf den Nachbargebieten auf dem laufenden zu erhalten.

In den Dienst dieser Aufgabe haben sich darum auch in dankenswerter Weise von Anfang an die besten Namen gestellt, gern die Gelegenheit benutzend, sich an weiteste Kreise zu wenden, an ihrem Teil bestrebt, der Gefahr der „Spezialisierung“ unserer Kultur entgegenzuarbeiten.

Damit sie stets auf die Höhe der Forschung gebracht werden können, sind die Bändchen nicht, wie die anderer Sammlungen, stereotypiert, sondern werden – was freilich die Aufwendungen sehr wesentlich erhöht – bei jeder Auflage durchaus neu bearbeitet und völlig neu gesetzt. So konnte der Sammlung auch der Erfolg nicht fehlen. Mehr als die Hälfte der Bändchen liegen bereits in 2. bis 6. Auflage vor, insgesamt hat sie bis jetzt eine Verbreitung von weit über 4 Millionen Exemplaren (bis 1. Aug. 1917) gefunden.

Alles in allem sind die schmucken, gebaltvollen Bände, denen Professor **Tiemann** ein neues künstlerisches Gewand gegeben, besonders geeignet, die Freude am Buche zu wecken und daran zu gewöhnen, einen kleinen Beitrag, den man für Erfüllung körperlicher Bedürfnisse nicht anzusehen pflegt, auch für die Befriedigung geistiger anzuwenden. Durch den billigen Preis ermöglichen sie es tatsächlich jedem, auch dem wenig Begüterten, sich eine Bücherei zu schaffen, die das für ihn Wertvollste „Aus Natur und Geisteswelt“ vereinigt.

Jedes der meist reich illustrierten Bändchen
ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich

Jedes
Werte, die

Biblioteka Politechniki Krakowskiej

M. 1.50

im Band gebunden

Leipzig, 11



100000295928

B. Teubner

Bisher sind erschienen
zur Technik und mechanischen Industrie:

Geschichte der Technik.

Am tausenden Webstuhl der Zeit. Übersicht über Wirkungen der Naturwissenschaft und Technik auf das gesamte Kulturleben. Von Prof. Dr. W. Saunhardt. 3. Auflage. Mit 3 Abbildungen. (Bd. 27.)

Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Geh. Reg.-Rat M. Gettel. Mit 32 Abbildungen. (Bd. 28.)

Mechanik.

Mechanik. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Jhering. II. Bd. Die Mechanik der flüssigen Körper. Mit 34 Abb. (Bd. 304.)

Einführung in die technische Wärmelehre (Thermodynamik). Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. Mit 40 Abb. im Text. (Bd. 316.)

Aufgaben aus der technischen Mechanik. Für den Schul- und Selbstunterricht. Von Prof. A. Schmitt. I. Bewegungslehre. Stattl. 156 Aufgaben u. Lösungen mit zahlreichen Fig. im Text. II. Dynamik. 140 Aufgaben u. Lösungen mit zahlreichen Figuren im Text. (Bd. 358/359.)

***Aufgaben aus der Thermodynamik.** Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. (Bd. 596.)

Statik. Mit Einschluß der Festigkeitslehre. Von Baugewerkschulldirektor Reg.-Baumeister A. Schau. Mit 149 Fig. (Bd. 497.)

Das Perpetuum mobile. Von Dr. Fr. Schat. Mit 38 Abb. (Bd. 462.)

Bergbau, Hüttenwesen und mechanische Technologie.

***Bergbau.** Von Bergreferendar F. W. Wedding. (Bd. 467.)

Unsere Kohlen. Von Bergassessor P. Kutuk. Mit 60 Abb. u. 3 Taf. (Bd. 396.)

Die Metalle. Von Prof. Dr. R. Scheid. 3. Aufl. Mit 11 Abb. (Bd. 29.)

Das Eisenhüttenwesen. Von weis. Geh. Bergrat Prof. Dr. F. Wedding. 5. Aufl. von Bergrefer. F. W. Wedding. Mit 19 Fig. (Bd. 20.)

Maschinenelemente. Von Geh. Bergrat Professor A. Vater. 2. Aufl. Mit 175 Abbildungen. (Bd. 301.)

Hebezeuge. Hilfsmittel zum Heben fester, flüssiger und gasförmiger Körper. Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. 2. Aufl. Mit 67 Abb. (Bd. 196.)

Das Holz, seine Bearbeitung u. seine Verwendung. Von J. Grohmann, Inspektor der Lehrwerkstätten für Holzbearbeitung in München. Mit 39 Originalabb. im Text. (Bd. 473.)

Die Spinnerel. Von Direktor Prof. M. Lehmann. Mit 35 Abbildungen. (Bd. 398.)

Die Kälte, ihr Wesen, ihre Erzeugung und Verwertung. Von Dr. F. Alt. Mit 45 Abbildungen. (Bd. 311.)

Maschinenlehre.

Industrielle Feuerungsanlagen und Dampfkessel. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 88 Abbildungen. (Bd. 348.)

Die Dampfmaschine. Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. 2 Bde. I. Bd.: Wirkungsweise des Dampfes in Kessel und Maschine. 4. Aufl. Mit Abb. II. Bd.: Ihre Gestaltung und ihre Verwendung. Mit 95 Abb. und 1 Tafel. (Bd. 393/394.)

Die neueren Wärmekraftmaschinen. Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. 2 Bände. I. Bd.: Einführung in die Theorie und den Bau der Gasmaschinen. 4. Aufl. M. 93 Abb. (Bd. 21.) II. Bd.: Gasengetriebe, Stoßgasmaschinen, Gas- u. Dampfturbinen. 4. Auflage. Mit Abbildungen. (Bd. 86.)

Die Wasserkraftmaschinen und die Ausnützung der Wasserkräfte. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Jhering. 2. Aufl. Mit 57 Abb. (Bd. 228.)

Landwirtschaftl. Maschinenkunde. V. Prof. Dr. G. Fischer. Mit 62 Abb. (Bd. 316.)

Maschinenuntersuchungen. Von Obering. Dr. Ing. W. Wille. (Bd. 617.)

Elektrotechnik.

- Grundlagen d. Elektrotechnik. V. Obering. A. Kottb. 2. Aufl. M. 74 Abb. (Bd. 391.)
Die elektrische Kraftübertragung. Von Ing. P. Köhn. Mit 137 Abb. (Bd. 424.)
Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik. V. Teleg.-
Insp. H. Vrid. Mit 49 Abb. (Bd. 285.)
Das Telegraphen- und Fernsprechwesen. 2. Aufl. Von Oberpostrat Otto Steblitz.
Mit Fig. (Bd. 193.)
Die Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Von Oberpost-Insp.
H. Vrid. 2. Aufl. Mit 64 Abb. (Bd. 235.)
Die Funkentelegraphie. Von Teleg.-Insp. H. Thurn. 4. Aufl. Mit 51 Abbildungen.
17.—22. Tausend. (Bd. 167.)

Hausbau und -einrichtung.

- Der Eisenbetonbau. Von Dipl.-Ing. E. Haimovitch. 2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 275.)
Beizung und Lüftung. Von Ingenieur J. E. Maßer. Mit 40 Abbild. (Bd. 241.)
Das moderne Beleuchtungswesen. Von Ing. Dr. H. Luz. M. 54 Abb. (Bd. 493.)
Das Klempner- und Installateurgewerbe. Von Dr. D. Kallenberg. (Bd. 615.)

Verkehrstechnik.

- Das Eisenbahnwesen. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor a. D. E. Bieder mann.
2. Aufl. Mit 56 Abbildungen. (Bd. 144.)
Die Klein- und Straßenbahnen. V. Oberlehrer A. Liebmann. M. 85 Abb. (Bd. 322.)
Das Automobil. Eine Einführung in den Bau des heutigen Personen-Kraftwagens.
Von Oberingenieur und Automobil-Prüfungs-Kommissär bei der k. k. u. ö. Statthalterei
K. Blau. 3., überarbeitete Auflage. Mit 98 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 166.)
Nautik. Von Direktor Dr. J. Möller. Mit 58 Abbildungen. (Bd. 255.)
Die Luftfahrt, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von
Dr. A. Nimführ. 3. Auflage von Dr. S. Guth. Mit 60 Abbildungen. (Bd. 300.)

Kriegstechnik.

- Der Krieg im Zeitalter des Verkehrs u. der Technik. Von weil. Major A. Meßer.
Mit 3 Abbildungen. (Bd. 271.)
Die Handfeuerwaffen. Ihre Entwicklung und Technik. Von Major A. Weiß. Mit
60 Abbildungen. (Bd. 364.)
Unsere Kriegsschiffe. Ihre Entstehung und Verwendung. Von Geh. Marinebauat a. D.
E. Krieger. 2. Aufl. von Marinebauat Friedr. Schürer. Mit 62 Abbildungen. (Bd. 389.)

Graphische und Fein-Industrie.

- Wie ein Buch entsteht. Von Professor A. W. Unger. 4. Aufl. Mit 7 Tafeln und
26 Abbildungen im Text. (Bd. 175.)
Die Schmucksteine und die Schmuckstein-Industrie. Von Dr. A. Eppler. Mit
64 Abbildungen. (Bd. 376.)
Die Uhr. Grundlagen und Technik der Zeitmessung. V. Prof. Dr.-Ing. H. Voc. 2., umge-
arbeitete Auflage. Mit 55 Abbildungen im Text. (Bd. 216.)
Die Rechenmaschinen und das Maschinerechnen. Von Reg.-Rat Dipl.-Ing. K. Leuz.
Mit 49 Abbildungen. (Bd. 490.)

Zeichnen.

- Der Weg zur Zeichenkunst. Von Dr. E. Weber. 2. Aufl. Mit Abb. u. 1 Taf. (Bd. 430.)
Grundzüge der Perspektive nebst Anwendungen. V. Prof. Dr. R. Doeblermann.
Mit 91 Fig. u. 11 Abb. (Bd. 510.)
*Projektionslehre. Die rechtwinklige Parallelprojektion und ihre Anwendung auf die
Darstellung technischer Gebilde nebst Anhang über die schiefwinklige Parallelprojektion in
tuniger leichtfaßlicher Darstellung für Selbstunterricht und Schulgebrauch. Von Zeichenlehrer
A. Schudeisck. Mit Abb. (Bd. 564.)
Maße und Messen. Von Dr. W. Bloz. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)

Die mit * bezeichneten und weitere Bände befinden sich in Vorbereitung.

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

301. Bändchen

Die Maschinenelemente

Von

Richard Vater

Geh. Bergrat

Professor an der Kgl. Bergakademie Berlin

Zweite Auflage

Mit 175 Abbildungen im Text



Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1915

Wt/25



I- 3015 18

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

~~1369~~

Copyright 1915
by B. G. Teubner in Leipzig.

PPK-10-07/2017

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

Akc. Nr.

~~3155~~ 49

Vorwort.

Mit der Abfassung des vorliegenden kleinen Buches entsprach ich einem mehrfach geäußerten Wunsche der Verlagsbuchhandlung, welche für ihre Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“ ein Bändchen über Maschinenelemente zu besitzen wünschte. Die Aufgabe war nicht leicht. Ein „Lehrbuch“ über den Gegenstand zu schreiben, war aus verschiedenen Gründen unmöglich. Entweder es mußte die Kenntnis der Elastizitäts- und Festigkeitslehre vorausgesetzt werden, was bei dem Leserkreise, für den die Sammlung bestimmt ist, nicht zugänglich erschien, oder aber es mußten die wichtigsten Gesetze der Festigkeitslehre zunächst entwickelt werden; dann wäre es unmöglich gewesen, das Thema in dem gegebenen Umfange der Bücher zu bewältigen, oder es hätte eben nur eine ganz beschränkte Anzahl der wichtigsten Maschinenelemente behandelt werden können.

Ich glaubte daher, dem Ziele, welches die Sammlung verfolgt, am nächsten zu kommen, wenn ich von einer Berechnung der Maschinenelemente vollständig Abstand nahm — mit ganz geringen Ausnahmen, wo sich eine Berechnung in einfachster Weise bewerkstelligen ließ — und dafür mit Hilfe einer ungewöhnlich großen Zahl von teils schematischen, teils photographischen Abbildungen einem möglichst weiten Leserkreise Verständnis für die hauptsächlichsten Maschinenelemente und ihre Anwendung in der Praxis zu übermitteln strebte. Nicht zum wenigsten dachte ich dabei an unsere jungen Studierenden der technischen Hochschulen, Bergakademien usw. Auf Schritt und Tritt begegnen ihnen nach dem Verlassen der Schule vor Beginn des eigentlichen Fachstudiums während ihrer praktischen Beschäftigungszeit eine Fülle von technischen Ausdrücken, über welche sie sich kurz zu unterrichten wünschen, ohne auf alle Einzelheiten, auf die verschiedenen Gestaltungen und auf die Berechnung der einzelnen Teile einzugehen. Ich hoffe und glaube, daß gerade ihnen das vorliegende kleine Buch recht willkommen sein wird und

später das Verständnis für dieses Gebiet während ihres Studiums wesentlich erleichtert wird.

Große Beschränkung in der Auswahl des Stoffes war immer noch geboten. Vielleicht findet sich bei einer späteren Auflage Gelegenheit, auf dem einen oder anderen Gebiete noch einige Ergänzungen und Erläuterungen hinzuzufügen.

Grunewald, im Januar 1910.

Rich. Vater.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Grundlegende Änderungen erschienen bei der neuen Auflage nicht nötig. Einige nicht ganz klare Abbildungen wurden durch bessere ersetzt. Auch im Texte wurden mehrere Stellen zur Erzielung größerer Deutlichkeit geändert.

Berlin-Grunewald, im Januar 1915.

Rich. Vater.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite	
Erster Abschnitt.		
Verbindende Maschinenteile.	Seite	
Unlösbare und lösbare Verbindungen	1	
Erstes Kapitel.		
Keile.		
Allgemeines	1	
Befestigung von Rädern auf Wellen	3	
Nut und Feder	4	
Zweites Kapitel.		
Niete.		
Die Niete und ihre Verwendung	4	
Nietverbindungen	6	
Hand- und Maschinennietung	6	
Verstemmen der Nietnaht	8	
Drittes Kapitel.		
Schrauben.		
Erläuterungen	9	
Scharfgängige und flachgängige Schrauben	9	
Eingängiges und mehrgängiges Gewinde	10	
Rechts- und linksgängige Schrauben	11	
Schraubensysteme	12	
Schraubensicherungen	13	
Zweiter Abschnitt.		
Maschinenteile der drehenden Bewegung.		
Erstes Kapitel.		
Zapfen.		
Allgemeines	15	
Tragzapfen, Spurzapfen	16	
Andere Arten von Zapfen (Halszapfen, Kugelzapfen, Kammzapfen)		16
Zweites Kapitel.		
Ächsen und Wellen.		
Allgemeines	17	
Hohle Ächsen und Wellen	18	
Form der Ächsen und Wellen	19	
Drittes Kapitel.		
Kuppelungen.		
Erklärungen	20	
Feste Kuppelungen	21	
Bewegliche Kuppelungen	22	
Ausrückkuppelungen	23	
Viertes Kapitel.		
Lager.		
Allgemeines	25	
Einzelheiten der Traglager	26	
Verstellbarkeit der Lager- schalen	28	
Kugellager	29	
Lagerschmierung	30	
Dritter Abschnitt.		
Räder.		
Einleitung.		
Erklärungen und Bewegungsgesetze	32	
Allgemeines	32	
Unmittelbar sich berührende Räder	33	
Räder, welche sich nicht unmittelbar berühren	33	
Wichtige Sätze	34	
Erster Teil.		
Unmittelbar sich berührende Räder.		
Erstes Kapitel.		
Reibungsräder.		36

	Seite		Seite
Zweites Kapitel.		Vierter Abschnitt.	
Zahnräder	37	Maschinenteile zur Um-	
Allgemeines	37	änderung einer gerad-	
Verzahnungsgesetz	38	linigen in eine kreisförmige	
Anderer wichtige Gesetze	39	Bewegung und umgekehrt.	
Erklärung	40	(Kurbelgetriebe.)	
Form der Zahnflanken	40	Erstes Kapitel.	
Zykloiden- und Evolventen-		Zylinder	63
verzahnung	41	Zweites Kapitel.	
Drittes Kapitel.		Kolben	65
Zahnräder besonderer Art	42	Allgemeines	65
Zahnstangen	42	Scheibenkolben	65
Kegekräder	42	Lauchkolben	66
Pfeilkräder	42	Drittes Kapitel.	
Schraube ohne Ende	43	Kolbenstangen	67
Schraubenträder	45	Viertes Kapitel.	
Zweiter Teil.		Stopfbüchsen	68
Räder zur Kraftübertragung		Fünftes Kapitel.	
mittels Zugorganen.		Geradfürungen	70
Erstes Kapitel.		Sechstes Kapitel.	
Vorbemerkungen	46	Schubstangen	73
Allgemeines	46	Siebentes Kapitel.	
Treibende und getriebene		Kurbeln	75
Scheiben	46	Achtes Kapitel.	
Zweites Kapitel.		Bauliche Abänderungen	
Riementrieb	47	der Kurbel	76
Der Riemen	47	Kurbelschleife	76
Riemenabmessungen	48	Erzenter	77
Riemen-geschwindigkeit	49	Fünfter Abschnitt.	
Berechnung eines Riemens	49	Rohre.	
Ballige Riemenscheiben	50	Erstes Kapitel.	
Gekreuzte und geschränkte		Guß-eiserne Rohre	78
Riementriebe	52	Flanschenrohre	78
Spannrollen	52	Muffenrohre	79
Los- und Fest-scheiben	53	Normalien für gußeiserne	
Wendegeräte	55	Rohre	79
Stufenscheiben	56		
Drittes Kapitel.			
Drahtseiltrieb	58		
Viertes Kapitel.			
Hanseil- und Baumwoll-			
seiltrieb	59		
Allgemeines	59*		
Berechnung eines Hanseil-			
triebes	60		

	Seite		Seite
Zweites Kapitel.		B. Selbsttätige Ventile . . .	88
Rohre aus schmiedbarem		Das einfache Tellerventil . . .	90
Eisen	80	Mehrfache Ventile	91
Genietete Rohre	80	Mehrsitzige Ventile	91
Geschweißte Rohre	81	Stufen- oder Etagen-	
Nahtlose Rohre	82	ventile	92
Drittes Kapitel.		C. Gesteuerte Ventile	93
Kupfer-, Messing- und		Drittes Kapitel.	
Bleirohre	83	Klappenventile	94
Viertes Kapitel.		Viertes Kapitel.	
Ausdehnungsvorrichtungen	84	Schieber	94
Sechster Abschnitt.		Normalschieber	95
Ventile.		Drehschieber	95
Erstes Kapitel.		Hähne	95
Einteilung und allgemeine		Fünftes Kapitel.	
Bauweise	86	Ventile zu besonderen	
Zweites Kapitel.		Zwecken	96
Subventile	87	Sicherheitsventile	96
A. Absperrventile	88	Reduzierventile	97
		Drosselventile	98
		Rohrbruchventile	98
		Sachregister	100

Erster Abschnitt.

Verbindende Maschinenteile.

Unlösbare und lösbare Verbindungen. Wenn im Maschinenbau die Bedingung gestellt wird, einzelne Teile, welche später ein mehr oder minder starres Ganzes bilden sollen, miteinander zu verbinden, so hat man sich zunächst darüber klar zu werden, ob diese Verbindung dazu bestimmt ist und befähigt sein soll, dauernd, d. h. während der ganzen Verwendungszeit des Gegenstandes dieselbe Form beizubehalten, oder ob die Verbindung die Möglichkeit bieten soll, ohne Zerstörung irgendeines Verbindungsteiles gelegentlich wieder einmal gelöst zu werden. Demgemäß unterscheidet man zwischen unlösbaren und lösbaren Verbindungen. Sieht man ab von einer Verbindung durch Schweißen und Löten, da hierbei die im eigentlichsten Sinne des Wortes unlösbare Verbindung nicht durch besondere Maschinenteile erfolgt, so versteht man unter unlösbaren Verbindungen diejenigen, welche durch Nieten hergestellt werden, während Keile und Schrauben die Hilfsmittel zur Erzielung lösbarer Verbindungen darstellen. Die Blechplatten eines Dampfkessels, eines Gasbehälters, die Träger und Blechplatten einer großen Gitterbrücke, sie alle sind dazu bestimmt, solange der Kessel, der Gasbehälter, die Brücke ihrem Verwendungszwecke dient, nicht voneinander getrennt zu werden, sie werden daher miteinander vernietet. Der Deckel eines Dampfzylinders dagegen muß zeitweise abgenommen werden, um das Innere des Zylinders zu Reinigungs- und anderen Zwecken zugänglich zu machen, seine Anfügung an den Zylinder kann daher nur durch eine lösbare Verbindung, z. B. durch Schrauben erfolgen.

Erstes Kapitel.

Keile.

Allgemeines. Es liege die Aufgabe vor, in einem z. B. an der Decke befestigten Maschinenteile a (Abb. 1) eine Stange b zu befestigen, welche durch ein schweres Gewicht belastet ist. Dabei soll die Möglichkeit vorliegen, diese Stange bisweilen ohne Schwierigkeit herauszunehmen.

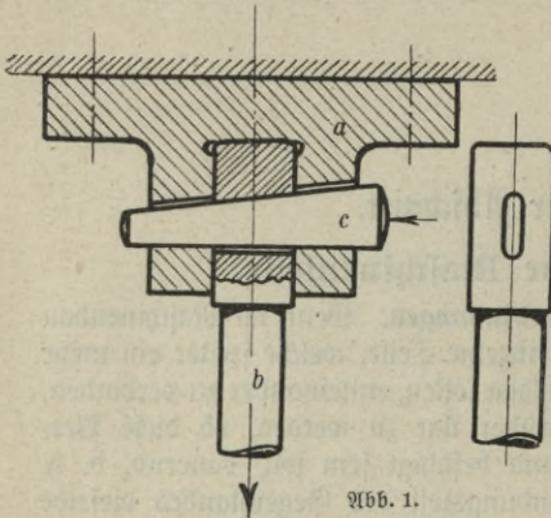


Abb. 1.

Die Abbildung zeigt, wie diese Aufgabe sich lösen läßt: a sowohl wie b erhalten einen länglichen, oben und unten abgerundeten Schlitze. Durch diesen gemeinsamen Schlitz wird ein Keil c hindurchgesteckt, der durch Schläge auf seine breitere (in der Abb. rechte) Endfläche möglichst weit hineingetrieben wird, bis die Stange auf dem Grunde des Loches

auffißt. Man erkennt leicht, daß ein Herausnehmen der Stange und damit eine Lösung der Verbindung ohne Schwierigkeit durch Herausschlagen des Keiles ermöglicht ist. Man erkennt aber auch, daß, falls die Stange b in dem zugehörigen Loche reibungsfrei sitzt, die ganze Festigkeit der Verbindung nur darauf beruht, daß der Keil seine Lage beibehält und nicht etwa selbsttätig durch die belastete Stange nach rechts herausgedrückt wird.

Dieser Fall könnte aber eintreten, wenn die nichtparallelen Kanten des Keiles sich zu rasch nähern, d. h. wenn die Verjüngung oder, wie man auch sagt, wenn der „Anzug“ des Keiles zu stark ist. Abb. 2 zeigt diesen Fall schematisch in übertriebener Weise. Ist der Teil b mit Q kg belastet und tritt infolge großer Reibung eine Bewegung zwischen b und c nicht ein — man sagt, es herrscht Gleichgewicht — so läßt sich nach dem bekannten Satze der Mechanik von dem Parallelogramm der Kräfte die Kraft Q in beliebiger Weise zerlegen, z. B. in eine (hier nicht in Betracht kommende) Kraft P senkrecht zur Keilfläche und in eine Kraft R parallel zur unteren wagerechten Fläche. Die Kraft R stellt dabei nichts anderes dar als denjenigen Betrag der Reibung, welcher eine Bewegung des Keiles c nach rechts verhindert, falls eine Bewegung des Teiles b nach links aus irgendwelchem Grunde nicht eintreten kann. Je stärker nun der Anzug des Keiles ist, um so größer wäre (im Falle

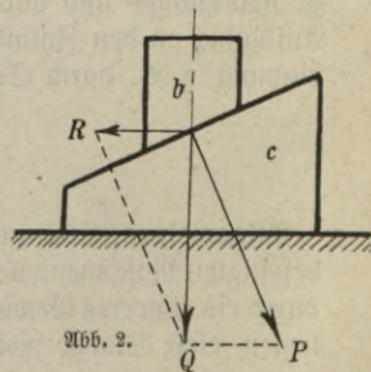


Abb. 2.

des Gleichgewichtes) R , um so mehr liegt aber die Gefahr vor, daß die Reibung nicht groß genug ist, um einer so großen Kraft R das Gleichgewicht zu halten. Tritt dieser Fall ein, so wird der Keil nach rechts herausgetrieben und damit im Falle der Abbildung 1 die Verbindung selbsttätig gelöst.

Ganz besonders ist hierauf zu achten, falls die Stange b nicht eine ruhende, nur nach einer Richtung wirkende Kraft auszuhalten hat, sondern wenn entweder Erschütterungen auftreten können, oder, wie z. B. bei den Kolbenstangen der Wärmekraftmaschinen, wenn die Stange bald auf Zug, bald auf Druck beansprucht wird. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, das Ende der Stange, sowie natürlich auch die zugehörige Höhlung, leicht kegelförmig zu gestalten (s. Abb. 3), damit durch das Eintreiben des Keiles die Stange fest in die kegelförmige Öffnung hineingepreßt und somit schon infolge der hierdurch entstehenden Reibung ein Festhalten der Stange erreicht wird.

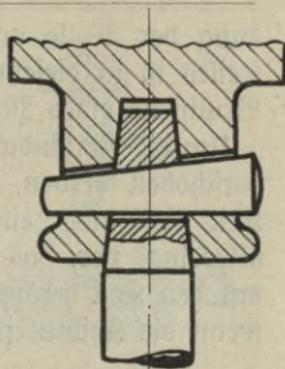


Abb. 3.

Befestigung von Rädern auf Wellen. Eine weitere Verwendung des Keiles zu lösbaren Verbindungen findet dann statt, wenn es sich darum handelt, Räder irgendwelcher Art, z. B. Riemenscheiben, Zahnräder u. dgl. so auf einer runden Welle zu befestigen, daß ein Verdrehen des Rades gegenüber der Welle nicht möglich ist. Abb. 4 zeigt in Schnitt und Ansicht, wie eine solche Befestigung erfolgt. Parallel zur Achse der Welle ist an ihrem Umfange ein Stahlstab c von meist rechteckigem Querschnitt so eingelassen, daß er etwa zur Hälfte in der Welle versenkt ist. Der über die Oberfläche der Welle hinausragende Teil des Stahlstabes greift in eine entsprechende Nut der ausgebohrten Nabe und überträgt auf diese Weise eine Dre-

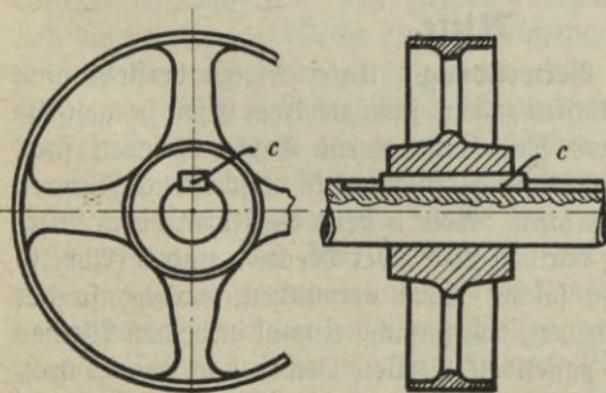


Abb. 4.

hänge auf diese Weise eine Dre-

hung der Welle auf das Rad oder umgekehrt. Der Anzug des Keiles ist in diesem Falle äußerst gering und beträgt häufig nur Bruchteile eines Millimeters.

Um die Verbindung zu lösen, muß das Rad auf der Welle so weit verschoben werden, daß die Nabe in den auf der Welle feststehenden Keil nicht mehr eingreift. In den meisten Fällen zieht man es allerdings vor, das Rad zunächst an seiner Stelle zu belassen und erst den Keil herauszuschlagen, was natürlich nur dann möglich ist, wenn die Keilnut in der Welle entsprechend verlängert ist.

Nut und Feder. Bei dieser Gelegenheit möge gleich eine Einrichtung erwähnt werden, die mit der ebenerwähnten große Ähnlichkeit hat, ohne daß man von einer Keilwirkung sprechen könnte. Nicht selten kommen im Maschinenbau Fälle vor, wo Räder oder Scheiben auf einer Welle verschoben werden müssen, ohne daß während dieser Verschiebung die Bewegungsübertragung von Welle auf Rad oder umgekehrt aufhört. Man hat in einem solchen Falle nur nötig, den „Keil“ um so viel länger zu machen, als die Strecke beträgt, um welche das Rad auf der Welle verschoben werden soll. Natürlich muß in einem solchen Falle der „Anzug“ des Keiles gleich Null sein und ferner muß auch die in der Bohrung der Nabe befindliche Nut so genau gearbeitet sein, daß das Rad an jedem Punkte der Welle fest sitzt, ohne zu schlottern. Der Keil trägt in einem solchen Falle den Namen Feder und man spricht dann von einer Verbindung mittels Nut und Feder. Anwendung dieser Befestigungsart siehe z. B. Abb. 42 auf S. 24 und Abb. 66 auf S. 37.

Zweites Kapitel.

Niete.

Die Niete und ihre Verwendung. Unter Nieten versteht man zylindrische, aus vorzüglichem zähen, schmiedbarem Eisen hergestellte Bolzen, welche an einer Seite mit einem Kopfe versehen sind, dessen Form je nach dem Verwendungszwecke verschiedene Formen und Abmessungen haben kann. Abb. 5 stellt die Form eines Nietes vor seiner Verwendung dar. Sollen zwei Bleche a und b (Abb. 6) durch ein oder mehrere solcher Niete verbunden werden, so hat das in der Weise zu geschehen, daß zunächst einmal in beiden Blechen an genau aufeinander passenden Stellen Löcher von dem Durchmesser d des Nietbolzens hergestellt werden. Das in der Regel

glühend gemachte Niet wird durch das gemeinsame Loch hindurchgesteckt (Abb. 7) und hierauf durch Hämmern oder Pressen aus dem vorstehenden Teile des Bolzens ein neuer Kopf gebildet (Abb. 8), welcher einmal das Niet am Herausfallen hindert, dann aber auch die beiden zu verbindenden Bleche aufeinander preßt. Der im ursprünglichen Zustande des Nieten vorhandene Kopf heißt der *Sehkopf*, der bei der Vernietung hergestellte neue Kopf der *Schließkopf* des Nieten, den dazwischen liegenden Bolzen nennt man den *Nietschaft*.

Der Grund, warum Nieten vor ihrer Verwendung glühend gemacht werden, ist ein doppelter. Zunächst soll dadurch erreicht werden, daß das Eisen weicher wird. Dies hat einmal den Vorteil, daß das Bilden des Schließkopfes bedeutend erleichtert wird, dann aber wird durch das Schlagen oder Pressen beim Bilden des Schließkopfes der Schaft stärker gestaucht, so daß er das Nietloch besser ausfüllt. Noch wichtiger ist der zweite Grund. Bekanntlich dehnt sich Eisen bei zunehmender Temperatur aus und verkürzt sich bei abnehmender Temperatur. Wird nun das Niet zum Bilden des Schließkopfes erwärmt, so zieht es sich nachher beim Erkalten zusammen und preßt dadurch die zu verbindenden Bleche mit großer Gewalt aufeinander. Die hierdurch erzeugte Reibung bewirkt, daß die vernieteten Bleche einer gegenseitigen Verschiebung großen Widerstand entgegensetzen, und gerade diese durch das Zusammenpressen erzeugte Reibung ist es, die nach neueren Untersuchungen hauptsächlich die Festigkeit einer Nietverbindung beeinflusst. Allerdings gibt es auch Ausnahmen. Erfordert z. B. die Stärke der Bleche die Verwendung von Nieten von weniger als 8 mm Durchmesser, so wird von einer Erwärmung der Nieten meist abgesehen, da einmal derartig dünne Nieten leicht im Feuer verbrennen, dann aber auch deshalb, weil bei der Vorzüglichkeit des Stoffes, aus dem die Nieten hergestellt werden, sich Stauchen und Bildung des Schließkopfes hier auch im kalten Zustande ohne Schwierigkeit bewerkstelligen lassen.

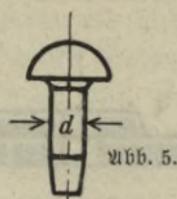


Abb. 5.



Abb. 6.

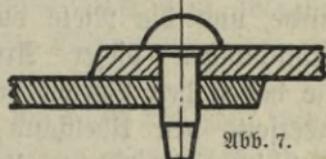


Abb. 7.



Abb. 8.

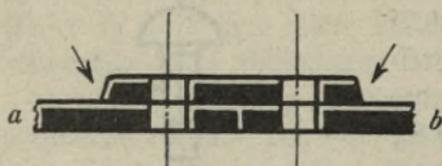


Abb. 9.

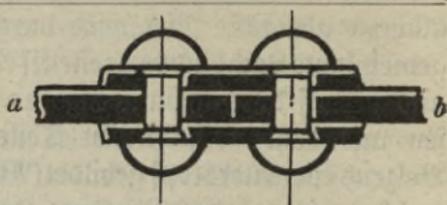


Abb. 10.

Rietverbindungen. Sollen zwei Bleche miteinander vernietet werden, so kann das in zweierlei Weise geschehen. Der eine Weg ist der, daß man die beiden Bleche mit ihren Kanten übergreifend aufeinander legt, etwa so, wie dies oben in Abb. 6 erläutert wurde, und die Riete durch beide Bleche hindurchsteckt. Rietverbindungen dieser Art heißen Überlappungsrietungen. Sie haben den Vorteil der Einfachheit und Billigkeit, haben aber andererseits den Übelstand, daß die zusammengerieteten Bleche nicht in einer Ebene liegen. Diesen Übelstand vermeidet die zweite Art der Vernietung, welche in der Weise ausgeführt wird, daß die zu verbindenden Bleche a und b (Abb. 9 und 10) mit ihren Kanten „stumpf“ aneinandergesetzt werden. Über die ganze Trennungsfuge wird nun auf einer Seite (Abb. 9), oder wenn besonders große Festigkeit erzielt werden soll, auf beiden Seiten (Abb. 10) ein Blechstreifen („Lasche“) gelegt und durch Riete mit den beiden Blechen verbunden. Derartige Verbindungen heißen dann einfache (Abb. 9) oder doppelte (Abb. 10) Laschenrietungen.

Sind die zu verbindenden Bleche sehr stark, so wäre ein festes Aufeinanderpressen der Bleche und damit auch die Verhütung eines, wenn auch nur geringen Gleitens der Bleche aufeinander durch eine einzige Reihe von Rieten nicht zu erreichen. In diesem Falle sowie dann, wenn bei starken Blechen ein besonders dichter Abschluß zwischen den Blechen erzielt werden soll, z. B. bei Dampfkesseln für hohe Spannungen, ordnet man mehrere Reihen von Rieten nebeneinander an, wobei die einzelnen Rietreihen gegeneinander versetzt sind (Zickzackrietung). Abb. 11 zeigt eine zweireihige Laschenrietung (auf jeder Seite der Trennungsfuge der Bleche befinden sich zwei Reihen von Rieten). Abb. 12 zeigt eine dreireihige Überlappungsrietung.

Hand- und Maschinennietung. Das Stauchen des Rietchaftes und die Bildung des Schließkopfes wurde früher ausschließlich mit der Hand ausgeführt in der Weise, daß nach Einstecken des

glühend gemachten Niets in die vorbereiteten Löcher ein Arbeiter den Schloßkopf mit einem schweren, als Amboß wirkenden Gegenstand stützte, während ein oder mehrere andere Arbeiter mit starken Hammerschlägen zuerst den Nietschaft stauchten, worauf dann mit Hilfe eines auf den herausstehenden Nietschaft aufgesetzten sogenannten Schellhammers (eines Hammers, der auf einer Seite eine dem fertigen Schließkopfe entsprechende Aushöhlung besitzt) der Schließkopf gebildet wurde. Später, als die zur Verwendung kommenden Bleche und damit auch die Niete immer stärker wurden, machte das richtige Stauchen und die Bildung des Schließkopfes solche Schwierigkeiten, daß man mehr und mehr dazu überging, die oben beschriebenen Vorgänge bei der Vernietung durch eine Maschine ausführen zu lassen. Heutzutage werden alle einigermaßen umfangreiche Vernietungen auch schon der Billigkeit wegen fast ausschließlich durch solche mit Preßwasser oder Preßluft betriebene Nietmaschinen ausgeführt. Abb. 13¹⁾ zeigt das Bild, Abb. 14 das Schema einer Nietmaschine zum Betriebe mit Preßluft, wie sie von der Deutschen Niles-Werkzeugmaschinenfabrik in Oberschöneweide bei Berlin ausgeführt wird. Sie hat die Gestalt eines großen Hufeisens, dessen beide Schenkel an ihren Enden je eine Art Stempel tragen. Während aber der untere Stempel feststeht, ist der obere beweglich und wird gerade geführt durch eine Art Kolben (b, Abb. 14), der sich in einem Zylinder bewegt. Das Herunterdrücken des Kolbens b und des mit ihm verbundenen, unter ihm befindlichen (in der Abb. der Deutlichkeit halber fortgelassenen) Stempels geschieht nun in folgender Weise: Wird der Preßluftkolben a (Abb. 14)

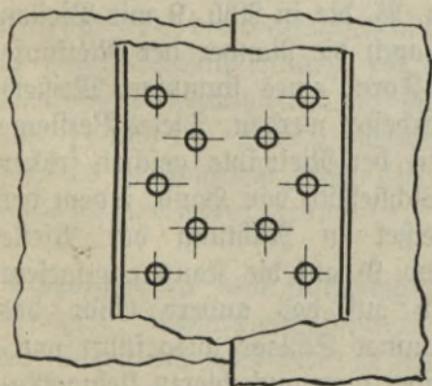


Abb. 11.

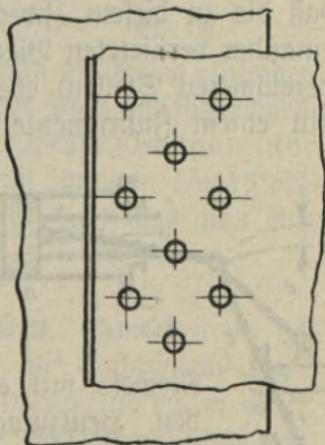
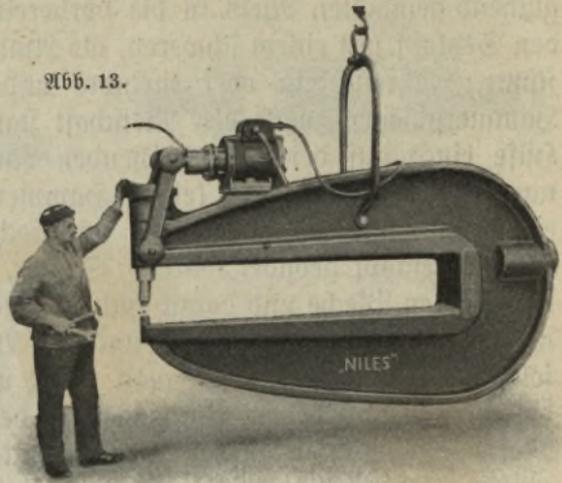


Abb. 12.

1) Aus einem Katalog der Fa. Deutsche Niles-Werkzeugmaschinenfabrik.

nach links gedrückt, so dreht sich die (in Wirklichkeit doppelt ausgeführte) Lenkstange *c* um den festen Punkt *d* und zwingt dadurch den Kolben *b* vermittels der Lenkstange *e*, sich um das Stück *h* nach abwärts zu bewegen. Nach Erkalten des Nietes wird der Preßluftkolben wieder nach rechts gedrückt und dadurch der Kolben *b* und der mit ihm verbundene Nietstempel wieder gehoben.

Abb. 13.



Verstemmen der Nietnaht. Wenn man sich einer neuzeitlichen Kesselschmiede nähert, so hört man meist schon aus großer Entfernung einen ohrenbetäubenden Lärm. Dieser Lärm stammt zum größten Teil daher, daß, namentlich bei Verbindungen, welche nicht nur fest, sondern auch dicht abschließen sollen, wie z. B. bei Dampfkesseln, ein besonderes Verfahren nötig ist, um diesen Abschluß herbeizuführen. Dieses Verfahren besteht in dem sogenannten Verstemmen der Nietnähte und wird in der Weise ausgeführt, daß die zu diesem Zwecke etwas abgechrägten Kanten der miteinander vernieteten Bleche (also z. B. die in Abb. 9 mit Pfeilen bezeichneten Stellen) ebenso, wie auch die Ränder der Nietköpfe mit einem Instrumente von der Form eines stumpfen Meißels

bearbeitet werden. Dieses Verstemmen der Nietnähte geschah früher ausschließlich von Hand, indem der Meißel in Richtung der Pfeile (Abb. 9) auf die Kanten aufgesetzt und auf das andere Ende des

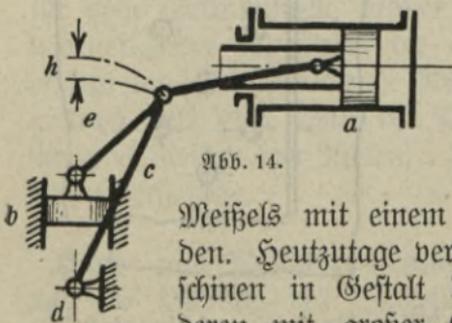


Abb. 14.

Meißels mit einem Hammer Schläge ausgeführt wurden. Heutzutage verwendet man auch hierzu kleine Maschinen in Gestalt der sogenannten Drucklufthämmer, deren mit großer Geschwindigkeit aufeinanderfolgende

Schläge das bekannte, bei fast jeder größeren Nietarbeit weithin hörbare knatternde Geräusch hervorrufen. Übrigens wird auch die Vernietung selber, namentlich bei solchen Theilen, die außerhalb der Werkstatt verbunden werden sollen (Brückenteile und dergleichen) in neuerer Zeit mit solchen Drucklufthämmern ausgeführt.

Drittes Kapitel.

Schrauben.

Erläuterungen. Wickelt man ein dünnes Papier von der Form eines rechtwinkligen Dreiecks ($a-b-c$ Abb. 15) so um einen Zylinder von entsprechender Dicke, daß die Punkte a und b zusammenfallen, so entsteht bekanntlich auf dem Zylinder eine sogenannte Schraubenlinie, die wir uns dann sowohl nach oben wie nach unten auf dem Zylinder fortgesetzt denken wollen (Abb. 16). Die Entfernung $b-c$ nennt man die Ganghöhe, den Winkel α den Stei-

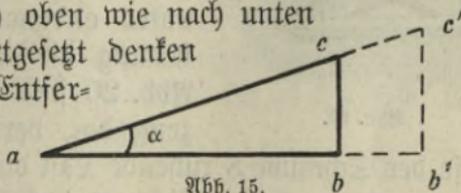


Abb. 15.



Abb. 16.

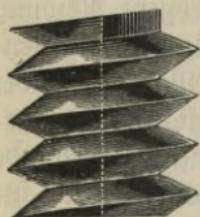


Abb. 17.

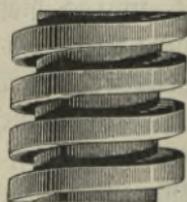


Abb. 18.

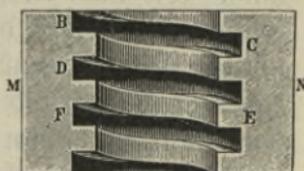


Abb. 19.

gungswinkel der Schraubenlinie. Wird dann um diesen Zylinder, der Schraubenlinie entlang, ein prismatischer Stab von beliebigem Querschnitte herumgelegt, so entsteht ein Schraubengewinde (Abb. 17 und 18). Würde dieses Gewinde im Inneren eines Hohlzylinders herumgelegt (Abb. 19), so entsteht das, was man eine Schraubenmutter nennt.

Scharfgängige und flachgängige Schrauben. Von den an sich beliebigen Gewindequerschnitten kommen im Maschinenbau im wesentlichen nur zwei Arten in Frage: das Dreieck und das Rechteck, und man nennt nun eine Schraube mit dreieckigem Gewindequerschnitt eine scharfgängige (Abb. 17), eine solche mit rechteckigem Querschnitt eine flachgängige Schraube (Abb. 18). Ihre Ver-

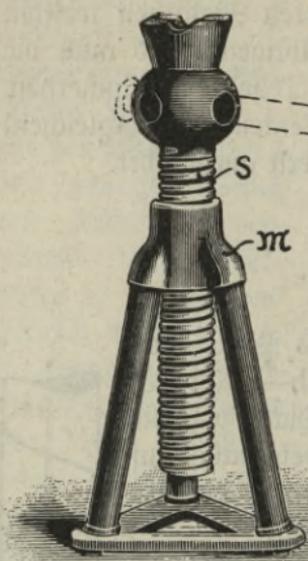


Abb. 20.

wendungsart ist nicht beliebig. Soll die Schraube dazu verwendet werden, einen Maschinenteil auf einem anderen zu befestigen — daher auch der Name Befestigungsschraube — so wird wohl ausschließlich ein scharfgängiges Gewinde angewendet, da in diesem Falle infolge der schrägen Flächen die Reibung vergrößert wird, was wiederum für die Sicherheit der Verbindung von Vorteil ist. Eine zweite Klasse von Schrauben sind die sogenannten Bewegungsschrauben, die unter anderem für Zwecke der Lasthebung vielfach Verwendung finden. Abb. 20 stellt z. B. ein solches Hebezeug dar, vermittlest dessen eine auf dem Kopfe der Schraube S ruhende Last durch Drehen des Hebels P in der einen oder anderen Richtung gehoben oder gesenkt werden kann. Wie man leicht erkennt, würde hier eine größere Reibung zwischen den Flächen der Schraube S und der zugehörigen Schraubennutter M einen unnützen Arbeitsverlust bedeuten. Man verwendet daher in solchen und ähnlichen Fällen einen rechteckigen Gewindequerschnitt und kann also kurz sagen, daß scharfgängiges Gewinde in der Regel für Befestigungsschrauben, flachgängiges Gewinde für Bewegungsschrauben angewendet wird.

Eingängiges und mehrgängiges Gewinde. Betrachten wir noch einmal den Vorgang bei der Lasthebung vermittlest der Schraubengewinde (Abb. 20) in Verbindung mit Abb. 16, so dürfte leicht einzusehen sein, daß bei einer einmaligen Umdrehung des Hebels P die auf der Schraube ruhende Last gerade um die Höhe eines Gewindeganges, also um die Strecke $b\ c$ (Abb. 16) gehoben wird. Soll diese Strecke aus irgendwelchem Grunde groß sein, so stehen zwei Mittel dafür zu Gebote. Das eine wäre das, den Steigungswinkel der Schraube ungeändert zu lassen, aber den Durchmesser der Schraube zu vergrößern. Wie aus den gestrichelten Teilen der Abb. 15 ersichtlich ist, vergrößert sich dann die Steigungshöhe der Schraube auf die Länge $b',\ c'$. Da eine solche Verdickung der

Schraubenspindel jedoch teuer und schwerfällig ist, wird meist der zweite Weg eingeschlagen, nämlich den Durchmesser der Schraube, also auch die Entfernung a, b (Abb. 15) ungeändert zu lassen, dafür aber den Steigungswinkel der Schraube zu vergrößern, den Schraubengang also steiler zu gestalten. Diese Anordnung hätte aber den Nachteil, daß auf einer Schraubenspindel von bestimmter Länge und namentlich auch in der zugehörigen Schraubenmutter nur wenige Gewindgänge vorhanden wären, die Last also nur von einer verhältnismäßig kleinen Fläche getragen werden müßte. Um diesen Übelstand zu beseitigen, ordnet man gleichlaufend mit dem ursprünglichen Gewindengange noch einen oder mehrere (in Abb. 21 noch drei) weitere Gewindgänge an und nennt derartige Schrauben, je nach der Anzahl der Gewindgänge, die auf eine Ganghöhe fallen, eingängige, zweigängige Schrauben usw., so daß also Abb. 21 z. B. eine viergängige Schraube veranschaulichen würde.

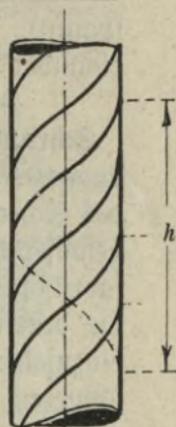


Abb. 21.

Rechts- und linksgängige Schrauben. Die Richtung, in welcher der Schraubengang oder das Schraubengewinde um den Schraubenbolzen herumläuft, ist an sich völlig gleichgültig. Es hat sich jedoch der Gebrauch herausgebildet, den Schraubengang in dem Sinne herumlaufen zu lassen, daß beim Einschrauben einer Schraube in die zugehörige Schraubenmutter, oder umgekehrt beim Aufschrauben der Schraubenmutter auf einen Schraubenbolzen, Schraube oder Mutter in der Richtung des Uhrzeigers herumgedreht werden müssen und man nennt derartige Schrauben rechtsgängige Schrauben. Schrauben mit einem Gewinde, welches nach der entgegengesetzten Richtung umläuft, nennt man dementsprechend linksgängige Schrauben. Sie finden in der Technik meist nur in Verbindung mit rechtsgängigen Schrauben Verwendung, z. B. bei sogenannten Spannschlössern (Abb. 22). Besitzen die beiden durch das Spannschloß verbundenen Stangen a und b verschieden gerichtete Gewinde, so ist leicht zu erkennen,

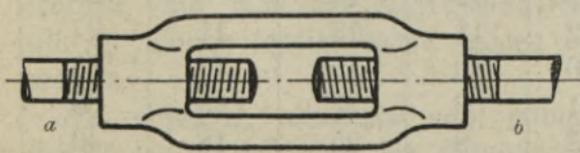


Abb. 22.

daß bei der Drehung des Spannschlösses in der einen Richtung die beiden Stangen einander genähert (ge-

spannt), bei der Drehung in der anderen Richtung dagegen voneinander entfernt (entspannt) werden.

Schraubensysteme. Es ist klar, daß für irgendwelche Verwendungszwecke der Schrauben die Form des Gewindes, die Stärke des Schraubenbolzens sowie die Ganghöhe der Schraube innerhalb gewisser Grenzen beliebig sind. Wollte nun aber jede Maschinenfabrik, ja auch nur jedes Land bei der Anfertigung von Maschinen die drei genannten Größen willkürlich annehmen, so ist unschwer einzusehen, daß das einen Verkauf dieser Maschinen ungemein erschweren würde, denn bei jeder vorkommenden Ausbesserungsarbeit müßten die notwendig gewordenen Ersatzschrauben stets von den Erbauern der Maschine, oder wenigstens aus dem Lande, aus dem die Maschine stammt, bezogen werden. Um diesem Übelstande abzuhelpfen, bemüht man sich schon lange, ein sogenanntes Schraubensystem aufzustellen, welches in sämtlichen Industriestaaten der Welt anerkannt und ausgeführt würde. Leider sind diese Bestrebungen bisher nur insofern erfolgreich gewesen, als die Zahl der verwendeten Schraubensysteme nur auf einige wenige beschränkt wurde, von denen hier das aus England stammende Whitworth-System angeführt werden möge, welches wohl immer noch die größte Verbreitung, namentlich in Europa, genießt.

1	2	3	4	5	6	7
Äußerer Durchmesser des Gewindes		Kern-durchmesser	Anzahl der Gewindgänge auf 1 Z	Höhe der Mutter, abgerundet	Höhe des Kopfes, abgerundet	Schlüsselweite, abgerundet
engl. Z.	d mm	d ₁ mm	engl.	h ₁ mm	h ₀ mm	s ₀ mm
1/4	6,35	4,72	20	6	4	13
5/16	7,94	6,13	18	8	6	16
3/8	9,52	7,49	16	10	7	19
7/16	11,11	8,79	14	11	8	21
1/2	12,70	9,99	12	13	9	23
5/8	15,87	12,92	11	16	11	27
3/4	19,05	15,80	10	19	13	33
7/8	22,22	18,61	9	22	15	36
1	25,40	21,33	8	25	18	40

Die vorstehende Tabelle stellt ein Stück der Schraubentabelle nach dem Whitworth-System dar. Wie man sieht, ist durch diese Tabelle festgestellt:

1. Welche Schraubenstärken (in dem hier dargestellten Teile zwischen $\frac{1}{4}$ und 1 Zoll engl.) überhaupt nur ausgeführt werden dürfen (Spalte 1 und 2).

2. Die Form des Gewindes (Spalte 2 und 3). In der Tabelle ist nur angegeben der sogenannte äußere und innere Durchmesser der Schraube (s. d. Abb. 23). Die Form des Gewindequerschnittes selber gibt Abb. 24.

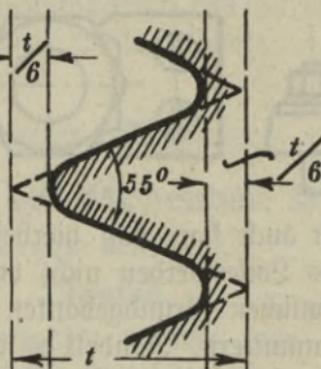


Abb. 24.

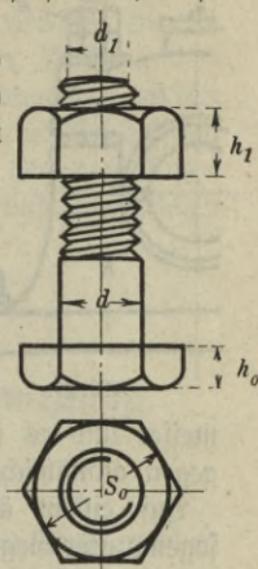


Abb. 23.

3. Die Steigung des Gewindes (Spalte 4) und endlich

4. einige sonstige Abmessungen (Spalte 5 bis 7), welche für die Ausführung von Wichtigkeit sind.

Bemühungen, ein Schraubensystem einzuführen, welches auf metrischer Grundlage beruht, haben leider bisher keinen Erfolg gehabt.

Schraubensicherungen. Die Belastung einer Schraube läßt sich immer vergleichen mit einer auf einer schiefen Ebene ruhenden Last. Gerade so, wie nun beim Auftreten von Erschütterungen und Stößen ein Heruntergleiten der Last von der schiefen Ebene sehr leicht möglich ist, so kann auch eine zunächst ganz fest angezogene Schraubenmutter mit der Zeit allmählich locker werden und dadurch unter Umständen eine ganze Maschine gefährden. Um ein solches unbeabsichtigtes Lösen einer Schraubenmutter zu verhindern, ist eine große Zahl von Vorrichtungen erdacht worden, die man als Schraubensicherungen zu bezeichnen pflegt. Einige wenige davon mögen hier als Beispiele erwähnt werden.

Die einfachste, allerdings nicht immer anwendbare Sicherung besteht darin, daß man die Schraubenmutter ungewöhnlich fest

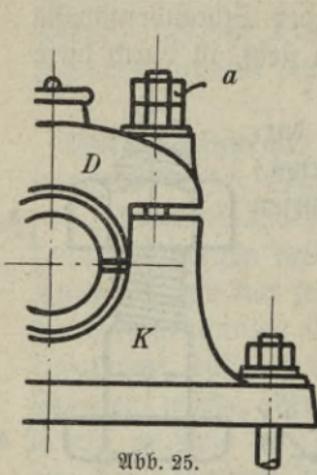


Abb. 25.

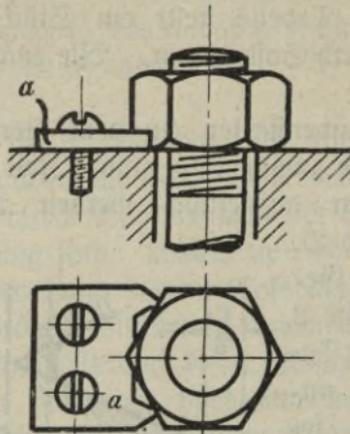


Abb. 26.

anzieht und so infolge vergrößerter Reibung in den Gewindegängen ein Lösen der Schraubenmutter nach Möglichkeit erschwert. Die Anwendungsmöglichkeit erstreckt sich freilich nur auf Schrauben von großem Durch-

messer und es ist auch klar, daß hierbei ein unbedingter Schutz gegen allmähliches Lockerwerden nicht vorhanden ist.

Auf einem ähnlichen Grundgedanken beruht die Anwendung sogenannter Gegenmutter. Handelt es sich z. B. (Abb. 25) darum, den Deckel D eines Lagers für eine Welle auf dem entsprechenden Lagerkörper K zu befestigen, so wäre es unmöglich, die Schraubenmutter so fest anzuziehen, als es die Reibung in den Gewindegängen noch gestattet. Man würde dadurch die Welle so fest in dem Lager einflemmen, daß sie sich entweder gar nicht mehr oder nur unter Überwindung großer Reibungswiderstände drehen könnte. In einem solchen Falle macht man es so, daß man zunächst auf die im Lagerkörper befestigte Schraube eine Schraubenmutter aufsetzt und diese Schraubenmutter nur so fest anzieht, als es mit Rücksichtnahme auf die Welle wünschenswert erscheint. Hierauf schraubt man noch eine zweite Mutter, die sogenannte Gegenmutter a darauf und zieht diese nun so fest an, als es die Rücksichtnahme auf die Festigkeit des Schraubenbolzens zuläßt. Auch hier besteht die Sicherung nur in der erhöhten Reibung, ein sicherer Schutz gegen unbeabsichtigtes Lösen etwa infolge von Erschütterungen ist daher auch hier nicht vorhanden.

Eine sehr einfache und dabei unbedingt zuverlässige Sicherung erhält man durch Hindurchschlagen eines Stiftes — Splint genannt — durch Schraubenmutter und Bolzen. Der große Übelstand hierbei besteht nur darin, daß, falls später einmal ein stärkeres Anziehen der Schraubenmutter notwendig ist, die Öffnungen in Schraubenmutter und Schraubenbolzen nicht mehr aufeinander passen und durch ein neues Loch die Festigkeit des Schraubenbolzens stark beeinträchtigt wird.

Eine recht zweckmäßige, billige und in vielen Fällen anwendbare Sicherung besteht darin, daß man durch irgendein passend angebrachtes, mit einem entsprechenden Ausschnitt versehenes Blech a (Abb. 26) die Schraubenmutter an unbeabsichtigter Drehung verhindert. Sollte später eine Drehung der Mutter notwendig werden und das alte Blech etwa nicht mehr passen, so ist die Beschaffung eines neuen Bleches ohne Schwierigkeit und mit geringen Kosten möglich. Die an dem Kreuzkopfe (Abb. 123 S. 73) links befindlichen vier Schrauben sind in dieser Weise gesichert.

Zweiter Abschnitt.

Maschinenteile der drehenden Bewegung.

Erstes Kapitel.

Zapfen.

Allgemeines. Unter Zapfen versteht man im Maschinenbau Drehkörper, welche, von hülsenförmigen Körpern (Lagern) umschlossen, entweder dem Maschinenteile, an welchem die Zapfen, oder demjenigen, an welchem der hülsenförmige Körper sitzt, die Drehung ermöglichen. Um einen Wagen fortzubewegen, wird er auf Räder gesetzt. Zu diesem Zwecke befinden sich an zwei oder vier Stellen des Wagens zylindrische Vorsprünge, auf welche die Räder mit ihren Naben aufgesteckt werden. Diese Vorsprünge sind die Zapfen. Um einem schweren Schleifsteine die Drehung zu ermöglichen, wird er auf einen senkrecht zum Steine durch seinen Mittelpunkt hindurchgehenden stabförmigen Körper gesteckt, welcher an seinen zylindrisch geformten Enden in hülsenförmigen Körpern aufliegt (Abb. 27). Jene Enden des stabförmigen Körpers nennt man Zapfen, die hülsenförmigen Körper, in denen sie sich drehen können, die zugehörigen Zapfenlager.

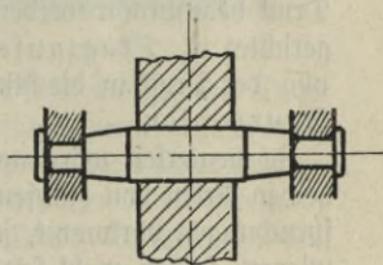


Abb. 27.

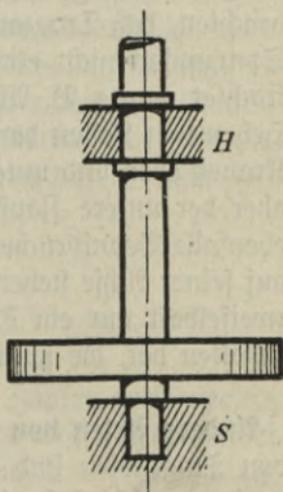


Abb. 28.

Ein scheibenförmiger Körper irgendwelcher Art (eine Turbine, ein Mühlstein oder dgl., Abb. 28) soll sich in wagerechter Ebene drehen: Er wird zu diesem Zwecke auf einer senkrecht stehenden Spindel befestigt, deren unteres Ende S sich in einer Hülse drehen kann. Auch hier wieder heißt das Ende der Spindel Zapfen, die Hülse, in welcher sich der Zapfen drehen kann, das Lager.

Tragzapfen, Spurzapfen. Betrachtet man die beiden letzten Beispiele, so erkennt man leicht einen wesentlichen Unterschied zwischen jenen beiden Arten von Zapfen. Bei dem Schleifstein wird der Zapfen durch einen Druck beansprucht, welcher senkrecht zur Achse des Zapfens gerichtet ist. Der Mühlstein dagegen übt einen Druck aus, der in die Richtung der Zapfenachse selber fällt. Die beiden Zapfenarten führen daher auch verschiedene Namen, und zwar nennt man Zapfen der ersteren Art, die also durch einen Druck beansprucht werden, welcher senkrecht zur Achse des Zapfens gerichtet ist, **Tragzapfen**, Zapfen der zweiten Art, bei denen also der Druck in die Richtung der Zapfenachse fällt, **Stütz- oder Spurzapfen**.

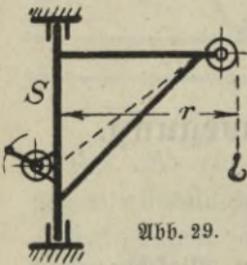


Abb. 29.

Zu bemerken wäre noch, daß häufig, ja sogar meistens bei beiden Arten von Zapfen genau genommen jede der beiden Beanspruchungen vorkommt, jedoch wird meist die eine der beiden vorwiegen, so daß wohl selten ein Zweifel darüber bestehen wird, ob man einen Trag- oder einen Stützzapfen vor sich hat. Ferner ist zu beachten, daß Tragzapfen nicht etwa immer wagerecht, Stütz- oder Spurzapfen nicht etwa immer senkrecht zu stehen brauchen. Betrachtet man z. B. Abb. 29, welche die Skizze eines Kranes zum Heben von Lasten darstellt, so erkennt man, daß die Säule S dieses Kranes oben und unten senkrecht stehende Zapfen besitzt. Während aber der untere Zapfen zweifellos ein Spurzapfen ist (obgleich er ebenfalls Beanspruchungen auszuhalten haben dürfte, die senkrecht auf seiner Achse stehen), ist der obere senkrecht stehende Zapfen unzweifelhaft nur ein Tragzapfen, da er nur Beanspruchungen auszuhalten hat, die senkrecht auf seiner Achse stehen.

Anderere Arten von Zapfen. Halszapfen. Eine besondere Art von Tragzapfen sind die sogenannten Halszapfen. Es sind Tragzapfen, welche sich nicht, wie die bisher besprochenen Zapfen, an

dem Ende eines Stabes, einer Achse oder dgl. befinden. Abb. 28 auf S. 15 zeigt z. B. bei H einen solchen Halszapfen.

Kugelzapfen. Soll ein Zapfen eine Drehung nicht bloß um eine einzige, in derselben Lage bleibende Achse gestatten, so muß er kugelförmig gestaltet werden (Abb. 30). So zweckmäßig eine derartige Gestaltung eines Zapfens theoretisch auch sein mag, so wird er doch nur in seltenen Fällen angewendet, da eine große Schwierigkeit darin besteht, den Lagerchalen, welche den Zapfen umschließen sollen, genau dieselbe Kugelform zu geben und diese Übereinstimmung der Kugelform bei Zapfen und Lagerchalen auch während des Betriebes beizubehalten.

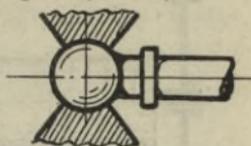


Abb. 30.

Kammzapfen. Ist der durch einen Spurzapfen aufzunehmende Druck sehr groß, so gibt man dem Zapfen bisweilen mehrere Spurkränze, und erhält dann die sogenannten Kammzapfen (Abb. 31). Ihre Hauptanwendung finden sie bei den Ma-



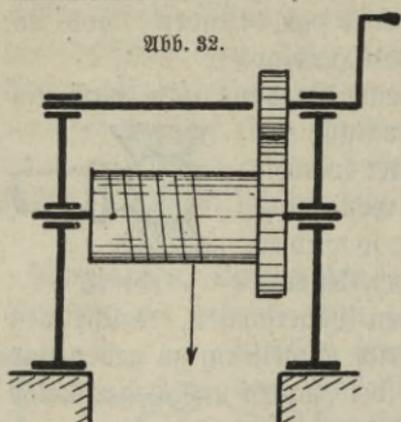
Abb. 31.

schinenwellen von Schraubendampfern, bei denen der gesamte Druck der das Schiff vorwärts treibenden Schraubenflügel durch solche Kammzapfen aufgenommen werden muß. Der Hauptübelstand dieser Kammzapfen besteht darin, daß es schwierig ist, die einzelnen Ringe (Kämme) des Zapfens ganz gleichmäßig zu belasten. Tritt z. B. an einem der Ringe zufällig eine stärkere Abnutzung ein als an den anderen, so liegt dieser eine Ring sehr bald weniger stark an seiner Lagerchale an, die anderen Ringe werden entsprechend stärker belastet und es kann dann bei unaufmerksamer Bedienung leicht ein Warmlaufen der Welle stattfinden. Im allgemeinen sind daher derartige Kammzapfen im Maschinenbau wenig beliebt und werden nur dort angewendet, wo sie sich, wie z. B. bei Schraubenschiffen, nicht gut durch andere Zapfen ersetzen lassen.

Zweites Kapitel.

Achsen und Wellen.

Allgemeines. Unter Achsen versteht man mit Zapfen versehene, in der Regel zylindrisch gestaltete Träger schwingender oder sich drehender Maschinenteile. Der Balancier einer Dampfmaschine schwingt um eine Achse, die mit dem aufgewickelten Seil versehene Trommel



der Winde Abb. 32 dreht sich um eine Achse. Tritt dagegen bei einem solchen Träger noch die Aufgabe hinzu, ein Drehmoment fortzuleiten, so spricht man von einer Welle. So ist z. B. bei der eben erwähnten Winde der obere Träger des kleinen Zahnrades als Welle zu bezeichnen, da er nicht bloß als Träger des Zahnrades dient, sondern auch die vermittelst der Kurbel erzeugte Drehbewegung (das drehende Moment) von der Kurbel

nach dem Zahnrade fortzuleiten hat.

Vor etwa 30—40 Jahren, als die Technik der Herstellung schmiedbaren Eisens noch nicht so hoch entwickelt war, als dies heutzutage der Fall ist, wurden Achsen sowohl wie Wellen häufig aus Gußeisen hergestellt, wobei ihr Querschnitt mannigfaltige Formen, z. B. die eines Kreuzes, eines Sternes und dgl. erhielt. Auch Achsen und Wellen aus Holz, mit Eisenteilen beschlagen, wurden mitunter z. B. für Wasserräder ausgeführt. Heutzutage dürften alle diese Ausführungsformen zu den Seltenheiten gehören. Der Stoff, aus dem in neuerer Zeit Achsen und Wellen hergestellt werden, ist wohl ausnahmslos schmiedbares Eisen (Schweißeisen, Flußeisen, Flußstahl), der Querschnitt ein Kreis oder ein Kreisring.

Sohle Achsen und Wellen. Gerade der Kreisring-Querschnitt wird neuerdings häufig angewendet, das heißt, man pflegt wichtige Achsen und Wellen, namentlich wenn ihr Durchmesser größer wird, der ganzen Länge nach in der Mitte auszubohren. Die Gründe für ein solches Ausbohren sind mannigfacher Natur. Zunächst wäre festzustellen, daß diese Ausbohrung, vorausgesetzt, daß sie sich in mäßigen Grenzen bewegt, die Festigkeit der Welle sowohl in bezug auf Biegung wie in bezug auf Drehung fast gar nicht beeinträchtigt. Der rechnerische Beweis dafür läßt sich allerdings hier nicht durchführen, man denke aber z. B. an die große Festigkeit der Bambusrohre, die doch eine sehr große „Ausbohrung“ besitzen. Ein wichtiger Grund für die Ausbohrung dicker Achsen und Wellen besteht darin, daß ihre Haltbarkeit durch das Ausbohren geradezu wächst. Durch das Bearbeiten der für die Herstellung starker Achsen und Wellen bestimmten rohen Schmiedeblocke unter Pressen und Dampfhämmern

bilden sich gerade in der Mitte des Querschnittes nicht selten Risse und Sprünge (Abb. 33). Durch starke Biegungs- und Drehungsbeanspruchungen der Welle würden diese (von außen nicht sichtbaren!) Sprünge sich leicht erweitern und schließlich zum Bruche der Welle führen. Bohrt man dagegen die Welle in der Mitte aus (Abb. 34), so fallen diese schlechten Stellen heraus und die Haltbarkeit im Betriebe nimmt also durch das Ausbohren sogar noch zu. Ferner beachte man, daß man infolge der Ausbohrung die Welle geradezu von innen betrachten kann, was bei starken Wellen z. B. dadurch möglich ist, daß man eine brennende Glühlampe in das Innere der Ausbohrung hineinschiebt. Es bedarf wohl keiner weiteren Erklärung, daß eine solche Beobachtung starker wichtiger Wellen auch von der Innenseite für die Sicherheit des Betriebes von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist. Endlich wäre noch als letzter, ebenfalls nicht unwichtiger Grund für die Zweckmäßigkeit der Ausbohrung der Umstand anzuführen, daß infolge des Ausbohrens die Welle natürlich leichter wird, was aus naheliegenden Gründen in verschiedener Hinsicht Vorteile bietet.

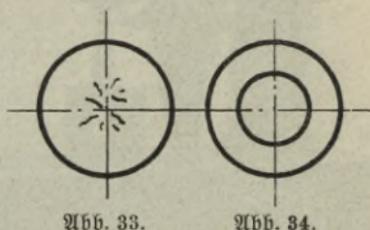


Abb. 33.

Abb. 34.

Form der Achsen und Wellen. Die Mittellinie der Achsen ist naturgemäß immer eine gerade Linie, wobei der Durchmesser an den einzelnen Stellen der Achse aus Gründen der Festigkeit verschieden groß sein kann; er wird in der Regel nach der Mitte zu am stärksten sein (vgl. Abb. 27 auf S. 15). Bei Wellen kommen dagegen neben geradlinigen Formen auch andere Formen vor. Eine wichtige Art geradliniger Wellen sind die sogenannten Triebwerks- oder Transmissionswellen. Es sind dies lange, an mehreren Stellen durch Lager unterstützte zylindrische Wellen, die man z. B. in Werkstätten sehen kann, wo sie, von einer Kraftmaschine in Umdrehung versetzt, als Träger von Riemenscheiben dienen, von denen aus durch Riementriebe Arbeitsmaschinen der verschiedensten Art (Drehbänke, Bohrmaschinen, Hobelmaschinen usw.) angetrieben werden. Zu den nicht geradlinigen Wellen gehören die sogenannten gekröpften Wellen. Es sind dies Wellen von einer Form, wie sie Abb. 35 zeigt. Die Mittellinie der

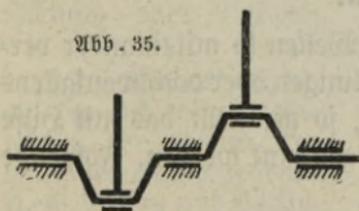


Abb. 35.

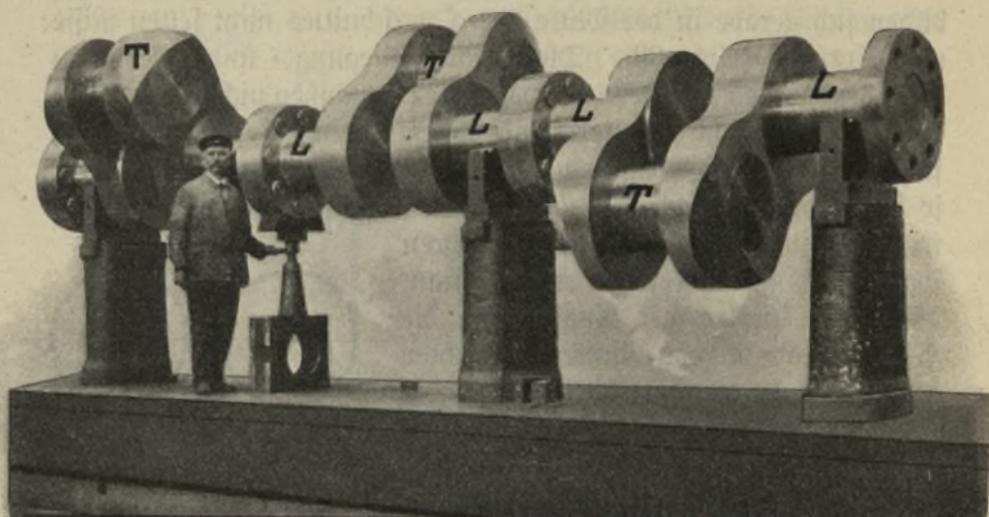


Abb. 36.

Welle ist hier, wie man sieht, an vier Stellen geknickt und diese mehrfache Knickung (man nennt sie eine Wellenkröpfung) wird dazu benützt, um die Treibstange irgendeiner Kraftmaschine (Dampf- oder Gasmaschine) hier angreifen zu lassen und so die Welle etwa mit dem darauf sitzenden Schwungrade in Umdrehung zu versetzen. Unentbehrlich sind derartige Kröpfungen z. B. bei Kraftmaschinen mit mehreren nebeneinander liegenden Zylindern, wie sie zum Antriebe von Schiffen oder Automobilen vorkommen. Abb. 36 zeigt eine von der A.-G. Oberbiller Stahlwerk in Düsseldorf-Derbill ausgeführte Welle einer Schiffsmaschine mit vier Kröpfungen T, T. . ; L, L. . sind die Stellen, an denen die Welle gelagert ist, während in der Mitte der Kröpfungen T, T. . die Treibstangen der Dampfmaschinen-Zylinder angreifen. Die Herstellung solcher Wellen bietet große Schwierigkeiten, weshalb z. B. bei großen Schiffsmaschinen derartig gekröpfte Wellen meist aus mehreren Stücken zusammengesetzt werden.

Drittes Kapitel.

Kuppelungen.

Erklärungen. Wenn zwei oder mehr Wellen so miteinander verbunden werden sollen, daß sie einen geradlinigen oder doch wenigstens nahezu geradlinigen Wellenstrang bilden, so geschieht das mit Hilfe von Maschinenteilen, die Kuppelungen genannt werden. Folgende drei Fälle sind dabei denkbar:

1. Die Wellen sollen unter Übereinstimmung ihrer mathematischen Achsen so fest miteinander verbunden sein und dauernd verbunden bleiben, daß sie einen vollständigen Ersatz für eine einzige geradlinige Welle bilden: Als Hilfsmittel dazu dienen feste Kuppelungen.
2. Der eine Wellenteil soll im Verhältnis zu dem darauffolgenden Wellenteile auch während des Betriebes eine gewisse Beweglichkeit besitzen, sei es in der Längsrichtung, sei es in der Weise, daß die mathematische Achse der beiden Wellen an der Verbindungsstelle einen mehr oder weniger starken Knick bildet: dies läßt sich erreichen durch bewegliche Kuppelungen.
3. Es soll die Möglichkeit vorhanden sein, während der eine Teil des Wellenstranges im Betriebe ist, den anderen Wellenstrang je nach Bedarf von dem ersteren zu lösen und wieder mit ihm zu verbinden: als Hilfsmittel dazu dienen die sogenannten Ausrückkuppelungen.

Feste Kuppelungen. Eine häufig gebrauchte feste Kuppelung ist die Scheibenkuppelung (Abb. 37¹⁾. Auf den aneinanderstoßenden Enden der beiden Wellen *a* und *b* wird je eine Scheibe *c*, *d* befestigt, und diese beiden Scheiben werden dann durch eine Reihe von Schrauben miteinander verbunden. Die Kuppelung ist billig und die einzelnen Wellenenden sind bei Bedarf leicht wieder voneinander zu lösen. Sie hat nur den Nachteil, daß Riemenscheiben, Zahnräder u. dgl., die später noch auf die Welle aufgesetzt werden sollen, zweiteilig hergestellt werden müssen, da die fest auf den Enden aufsitzen, schwer abzunehmenden Kuppelungshälften *c*, *d* das Aufbringen ungeteilter Räder nicht zulassen.

Besser in dieser Beziehung ist die ebenfalls häufig angewandte Klemm- oder Doppel-

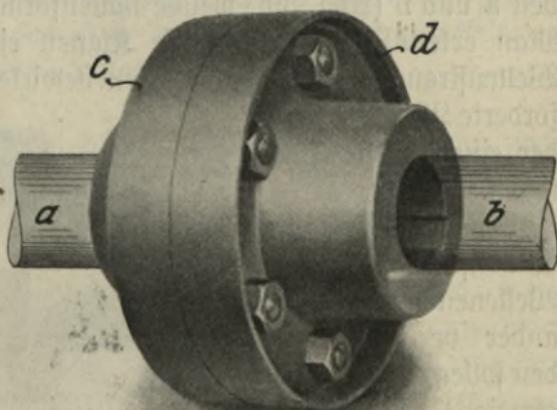


Abb. 37.

1) Die Abb. 37, 38, 39, 42, 50 aus einem Kataloge der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G. Dessau und Berlin.

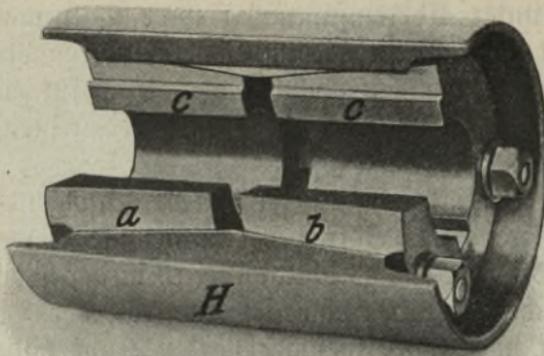


Abb. 38.

bildung ist der Deutlichkeit wegen sowohl aus der Hülse H wie aus den beiden längsgeschlitzten Kegeln je ein Stück herausgeschnitten.) Vermittels dreier Schrauben, welche, mit der Welle gleichlaufend, durch beide Kegel hindurchgehen, werden die beiden Kegel in die Hülse H hinein- und damit gleichzeitig fest auf die Wellenenden aufgedrückt, so daß die Mitnahme des einen Wellenstranges durch den anderen schon vermittels der durch die Kuppelung erzeugten Reibung erfolgt.

kegelförmige Hülse a und b geschoben, welche an einer Stelle c, c der Länge nach aufgeschlitzt sind. Diese beiden Kegel sitzen in einer Hülse H, die mit entsprechenden Kegelflächen ausgeführt ist. (In der Ab-

Bewegliche Kuppelungen. Soll der eine Teil des Wellenstranges die Möglichkeit haben, sich in der Längsrichtung gegen den anderen Teil zu verschieben, z. B. um Längenänderungen infolge von Temperaturschwankungen auszugleichen, so befestigt man auf zwei aneinanderstoßenden Wellenenden mit Vorsprüngen versehene Scheiben a und b (Abb. 39), welche klauenförmig ineinander eingreifen. Man erkennt leicht, daß diese Klauen eine Mitnahme des einen Wellenstranges durch den anderen bewirken und dabei doch die geforderte Längsbewegung der einen Welle ermöglichen.

In neuerer Zeit kommt es häufig vor, daß zwei Wellenenden miteinander verkuppelt werden sollen, ohne daß eine etwaige Ungenauigkeit in der Lagerung der einen Welle die andere Welle

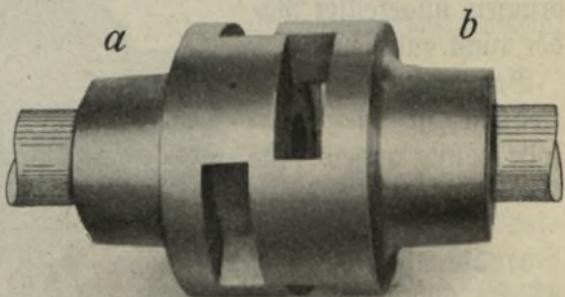
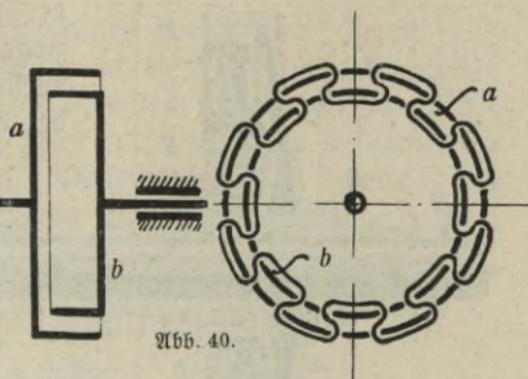


Abb. 39.

beeinflusst. Ein solcher Fall liegt z. B. vor, wenn die Welle einer Dynamomaschine mit der Welle einer Dampfmaschine, Gasmaschine oder dgl. verbunden werden soll. In solchem Falle bedient man sich ebenfalls beweglicher, oder wie man sie in diesem Falle auch nennt, elastischer Kuppelungen.



Ein Beispiel einer solchen bietet die häufig angewandte Kuppelung von Zedel-Boith (Abb. 40). Auf dem Ende jeder der beiden miteinander zu verbindenden Wellen sitzt eine Art flacher Glocke a und b, deren Ränder mit einem gewissen Spielraum übereinander greifen, etwa wie die Teile einer Butterdose. Durch die Ränder dieser Glocken ist nun ein fortlaufender starker Lederriemen in der Weise hindurchgezogen, wie dies die rechte Hälfte der Abb. 40 zeigt. Die Nachgiebigkeit dieses Riemens bewirkt einmal die verlangte Unabhängigkeit der einen Welle von der anderen, nebenbei aber auch noch eine elektrische Isolierung der beiden Wellen gegeneinander, was bei Dynamomaschinen von Vorteil ist.

Sollen die beiden Wellenstränge an der Verbindungsstelle einen starken Knick bilden, so gibt es auch hierfür ein Hilfsmittel in der Gestalt der sogenannten Kreuzgelenkkuppelung. Abb. 41 zeigt einen zweimal geknickten Wellenstrang unter Anwendung solcher Kreuzgelenkkuppelungen. Die Kuppelung besteht aus einem Kreuzstück K, dessen vier Enden paarweise von den gabelförmig gestalteten Wellenenden in kurzen Lagern umfaßt werden.

Ausrückkuppelungen. Als einfache Ausrückkuppelung kann nach einer geringen Abänderung die bei der vorigen Gattung von Kuppelungen erwähnte

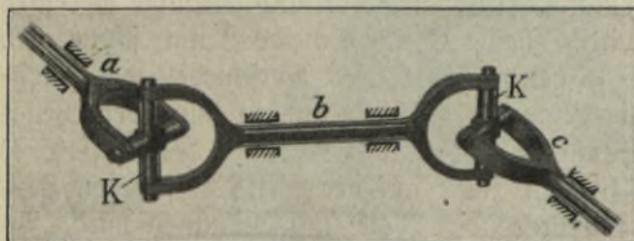


Abb. 41.

Klauentkuppelung verwendet werden. Ordnet man nämlich eine der beiden Klauenhälften (Abb. 39 auf S. 22) so auf

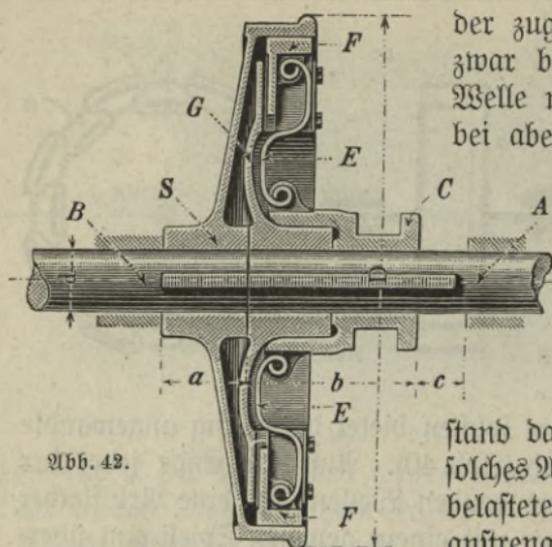


Abb. 42.

der zugehörigen Welle an, daß sie zwar bei einer Drehung von der Welle mitgenommen wird, sich dabei aber doch auf der Welle verschieben läßt, so erkennt man leicht, daß durch Herausziehen der verschiebbaren aus der feststehenden Klauen der eine der beiden Wellenstränge zum Stillstande kommt. Ein Uebelstand dabei ist jedoch der, daß ein solches Auseinanderziehen bei schwer belasteter Welle nur mit großer Kraftanstrengung möglich ist. Außerdem

dürfte nicht schwer einzusehen sein, daß ein Wiedereintrücken einer solchen Kuppelung während des Betriebes nicht gut angängig ist. Einmal wird es überhaupt schwierig sein, während des Ganges der einen Welle die beiden Klauen miteinander zum Eingriff zu bringen und dann würde ein solches plötzliches Einrücken mit einem so heftigen Stoße verbunden sein, daß höchstwahrscheinlich irgendwo in der Wellenleitung ein Bruch erfolgen müßte.

Soll daher eine Ausrückkuppelung auch zum Einrücken während des Betriebes verwendet werden, so muß sie als Reibungskuppelung ausgebildet werden. Abb. 42 zeigt die Skizze einer Reibungskuppelung Bauart Dohmen-Deblanc der Berlin-Anhaltischen Maschinenfabrik. Auf dem Wellenende A ist die Scheibe G, auf dem Wellenende B die Scheibe S festgekeilt. An dem Umfange der Scheibe G sind vier Gleitstücke F angebracht (zwei davon sind in der Abbildung sichtbar), welche durch Gleitbahnen an der Scheibe G geführt sind und sich dort in senkrechter Richtung verschieben lassen. Werden diese Gleitstücke nach außen bewegt, so pressen sie sich allmählich an den äußeren wagerechten Rand der Scheibe S an und durch die hierdurch erzeugte Reibung wird Scheibe G mit Scheibe S und somit auch Welle A mit Welle B gekuppelt. Dieses Verschieben der Gleitstücke F in senkrechter Richtung geschieht nun in folgender Weise: Auf der Welle A ist eine Hülse C mittels Nut und Feder (s. S. 4) so angeordnet, daß sie sich zwar auf der Welle verschieben läßt, aber auch von der sich drehenden Welle mitgenommen wird. An vier Vorsprüngen dieser Hülse sind S-förmige Federn E angebracht,

die mit ihren Enden an den Gleitstücken F angreifen. Schiebt man nun die Hülse C nach links, so stellen sich die Federn aufrecht, drücken sich schließlich, wenn die Gleitstücke F an dem wagerechten Rande der Scheibe S anliegen, ein wenig durch und erzeugen so die vorher erwähnte allmähliche Anpressung der Gleitstücke an die Scheibe S und somit auch* die allmähliche stoßfreie Mitnahme der Welle B durch die Welle A.

Viertes Kapitel.

Lager.

Allgemeines. Lager sind Maschinenteile zum Tragen und Stützen von Zapfen und Wellen. In der Regel bestehen sie aus mehreren Teilen, einmal um die Aufstellung für den Betrieb möglichst bequem und zweckmäßig zu gestalten, dann aber auch, weil diejenigen Teile, welche unmittelbar mit den Zapfen und Wellen in Berührung stehen, naturgemäß mit der Zeit sich abnutzen und somit die Möglichkeit vorhanden sein muß, diese Teile gegen neue auszuwechseln, ohne das ganze Lager fortzuwerfen. Übrigens werden diese sich abnutzenden Teile, die „Lagerschalen“, absichtlich aus einem weicheren Stoffe als die Wellen hergestellt, eben damit nicht etwa die Abnutzung an der teureren Welle, sondern an den leicht zu ersetzenden Lagerschalen eintritt.

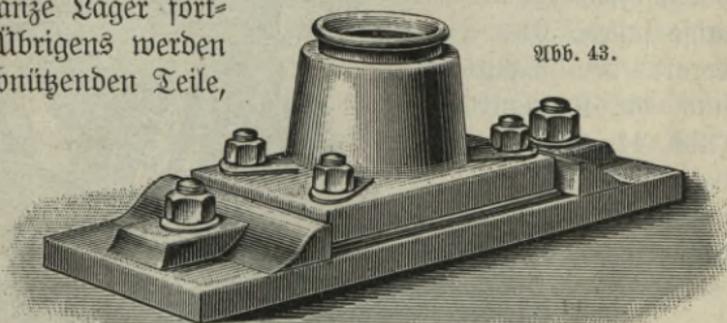


Abb. 43.

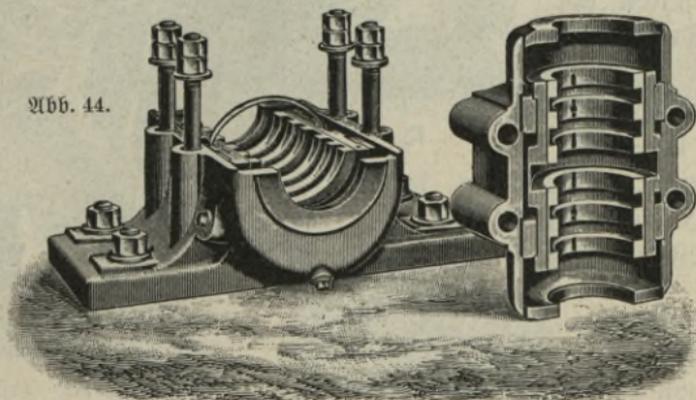
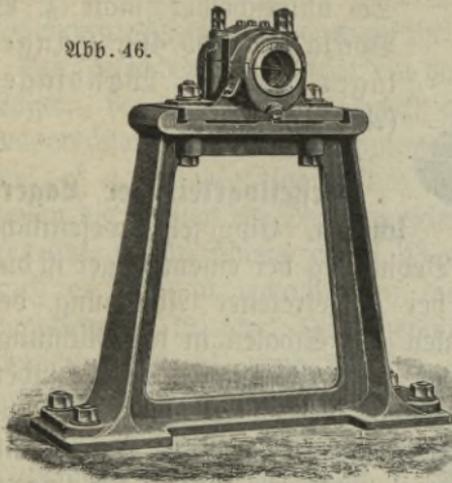


Abb. 44.

Abb. 46.



(Abb. 45) besteht in der Hauptsache — bei Spurlagern treten einige sinngemäße Änderungen ein — aus dem Lagerkörper K, dem Lagerdeckel D und den eingesetzten Lager-
schalen O und U, wozu dann neben verschiedenen Schrauben bisweilen noch eine sogenannte Sohlplatte S hinzukommt. Der Zweck dieser Sohlplatte ist folgender: Soll ein Lager z. B. auf einem Mauervorsprunge aufgestellt

werden, so bietet es Schwierigkeiten, das Mauerwerk so genau auszuführen, daß nachher bei der Aufstellung des Lagers die Mitte der Lagerhöhlung genau mit der ihrer Lage nach gegebenen Mittellinie des Zapfens oder der Welle zusammenfällt. In einem solchen Falle wird auf dem Mauervorsprunge zunächst eine gußeiserne Platte, die Sohlplatte, möglichst genau aufgestellt und durch Schrauben mit dem Mauerwerk verbunden. Auf die glattgehobelte Fläche der Sohlplatte wird dann das Lager gestellt, durch Hin- und Herschieben, gegebenenfalls durch Unterlegen dünner Bleche und dergleichen in seine richtige Stellung gebracht und dann durch Schrauben mit der Sohlplatte verbunden. Durch Einlegen passender Keile zwischen die Lagerkörper und die nasenartigen Vorsprünge der Sohlplatte wird endlich eine Verschiebung des Lagers auf der Sohlplatte während des Betriebes verhindert.

Bei Traglagern unterscheidet man der Aufstellungsart nach gewisse Formen, die entweder durch eigene Gestaltung des Lagers oder auch, wie z. B. in den folgenden Abbildungen, in der Weise erzielt werden, daß ein gewöhnliches Traglager auf entsprechend geformte Träger gesetzt wird.

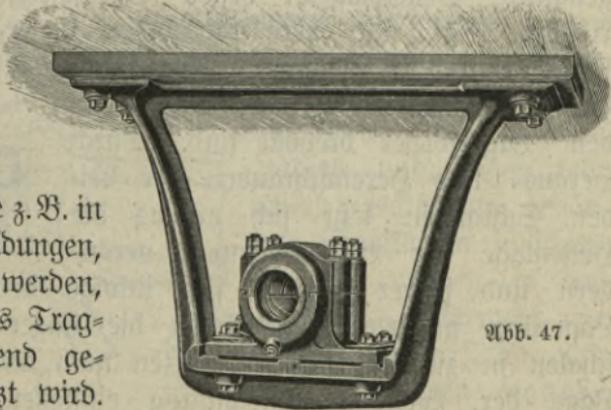


Abb. 47.

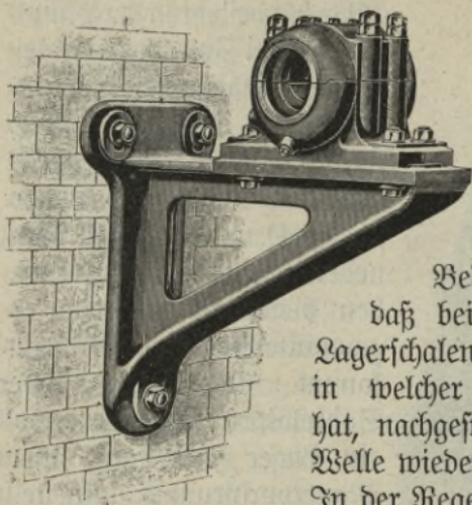


Abb. 48.

So unterscheidet man z. B. Bochkager (Abb. 46), Hängelager (Abb. 47), Wandlager (Abb. 48) usw.

Verstellbarkeit der Lagerschalen. Eine sehr wesentliche Bedingung bei einem Lager ist die, daß bei eingetretener Abnützung der Lagerschalen die Schalen in der Richtung, in welcher die Abnützung stattgefunden hat, nachgestellt werden können, damit die Welle wieder ihre ursprüngliche Lage erhält. In der Regel wird dies, infolge des Eigengewichts der Welle, die untere Schale sein.

Falls nun keine besondere Vorrichtung zum Nachstellen vorhanden ist, wie sie z. B. bei dem weiter unten zu besprechenden Sellerslager ausgeführt wird, läßt sich ein Nachstellen, d. h. Heben der abgenützten Lagerschalen einfach dadurch erreichen, daß man entweder unter die Lagerschale oder gegebenenfalls unter den Lagerkörper eine Anzahl dünner Bleche legt, bis die Welle mit der festanliegenden Lagerschale wieder ihre ursprüngliche Lage eingenommen hat.

Bei Triebwerkswellen ist es oft erwünscht, leicht eine geringe Veränderung der Höhenlage der Welle herbeiführen zu können. Hat sich ferner eine solche Welle ein klein wenig verbogen, so ist es ebenso erwünscht, daß sich die Lagerschalen möglichst selbsttätig genau in die Richtung der Wellenachse einstellen. Beide Bedingungen erfüllt in recht zweckmäßiger Weise das sogenannte Sellerslager, dessen Gerippfskizze Abb. 49 zeigt. Die obere und untere Lagerschale (O und U) ruhen mit Kugelflächen auf zwei Schrauben S_o , S_u auf, welche in dem Lagerkörper drehbar sind. Durch Heraus- und Hereinschrauben der beiden Schrauben läßt sich erstens die Höhenlage der Welle bequem verändern und ferner können sich infolge der Lagerung in den Kugelflächen die Lagerschalen in ziemlich weiten Grenzen nach der Lage der Wellenachse selbsttätig einstellen.

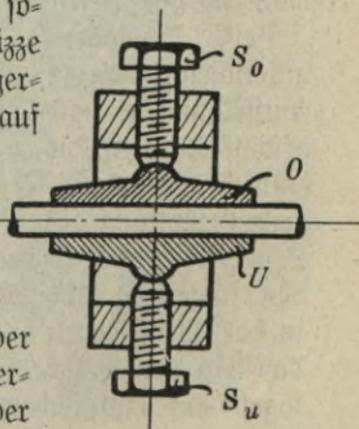


Abb. 49.

Abb. 50 zeigt ein Sellerslager als sogenanntes Stehlager ausgeführt.

Ein besonderer Fall tritt ein bei Lagern, bei welchen auch Drucke in wagerechter Richtung vorkommen, wie es z. B. die Lager sind, in denen die Wellen der Dampfmaschinen oder Gasmaschinen ruhen. Hier wird es meist so gemacht, daß die Lagerchalen in vier Teile geteilt werden (Abb. 51) und die seitlichen Lagerchalen keilförmige Flächen erhalten. Durch eingelegte, entsprechend geformte Keile, die von außen her durch Schrauben gehoben oder gesenkt werden können, ist es möglich, diese seitlichen Lagerchalen in wagerechter Richtung nachzustellen (vgl. die Abb. 51).

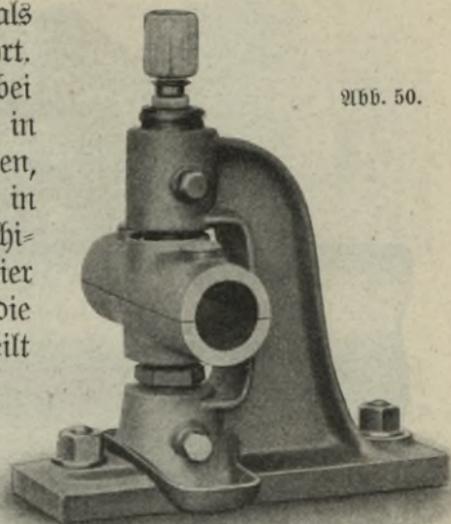


Abb. 50.

Kugellager. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß die Überwindung rollender Reibung wesentlich weniger Kraft erfordert, als unter sonst gleichen Umständen (d. h. bei gleichen Stoffen und gleicher Belastung) die Überwindung der Reibung zweier aufeinander gleitender Körper. So ist es allbekannt, daß z. B. eine schwere Kiste sich leichter auf dem Fußboden fortbewegen läßt, wenn man Rollen darunter legt, als wenn man die Kiste unmittelbar auf dem Fußboden fortschieben wollte.

Das hat in neuerer Zeit zu einer ausgedehnten Verwendung der sogenannten Kugellager geführt, deren Grundgedanke immer darauf beruht, daß zwischen Zapfen und Lager sehr genau gearbeitete gehärtete Stahlkugeln eingeschaltet werden, so daß der Zapfen nicht mehr, wie bei den gewöhnlichen Trag- und Spurlagern, auf den Lager-

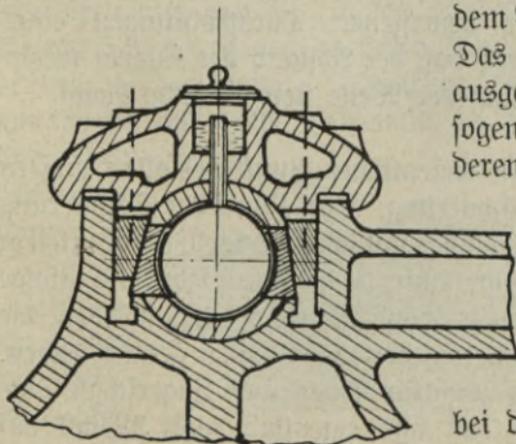


Abb. 51.

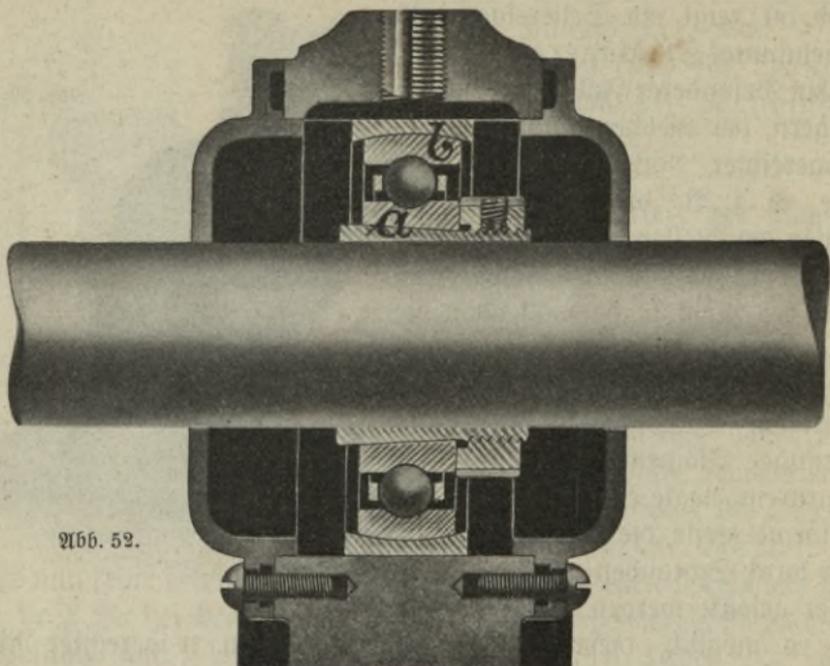


Abb. 52.

schalen schleift, sondern gewissermaßen auf den dazwischengeschalteten Kugeln rollt. Abb. 52 zeigt die Ausführung eines Kugellagers an Stelle eines Traglagers (z. B. für eine Wellenleitung), Abb. 53 ein als Kugellager ausgeführtes Spurlager (beide von der Deutschen Kugellager-Fabrik in Leipzig-Plagwitz). Die Teile a sind mit der Welle fest verbunden, während die Teile b gewissermaßen die Lagerschalen darstellen. Zwischen beiden befindet sich ein den ganzen Umfang einnehmender Kranz von Kugeln, welche in reichlich bemessenen Durchbohrungen eines Flachringes liegen, der bewirkt, daß der Abstand der Kugeln untereinander während der Drehung der Welle stets derselbe bleibt.

Lagerschmierung. Ein sehr wesentlicher Punkt bei allen Lagern ist eine gute und reichliche Schmierung. Der Zweck der Schmierung ist, zu verhindern, daß das Metall der Zapfen oder Wellen unmittelbar auf dem Metall der Lagerschalen läuft, da hierdurch sehr bald infolge der Reibung bedeutende Mengen von Wärme erzeugt würden, die oft genug schon bis zum Schmelzen der Lagerschalen geführt haben. Durch die Schmierung wird zwischen Welle und Lagerschale eine dünne Ölschicht gebracht, so daß also eigentlich nicht Metall auf Metall, sondern Metall auf Öl läuft, was eine wesentlich geringere

Reibung zur Folge hat. Die Zahl der Vorrichtungen zum dauernden, mehr oder weniger selbsttätigen Schmieren von Wellen und Zapfen ist sehr groß. Eine der einfachsten Vorrichtungen besteht darin, auf dem Lagerdeckel eine Höhlung anzubringen, in welche ein dünnes Röhrchen gesteckt ist, das bis nahezu auf den Zapfen herabreicht (vgl. G Abb. 45 a. S. 26). Die Höhlung wird mit Öl angefüllt, und ein in dem dünnen Röhrchen steckender Docht bewirkt, daß das Öl ganz allmählich dem Zapfen zufließt.

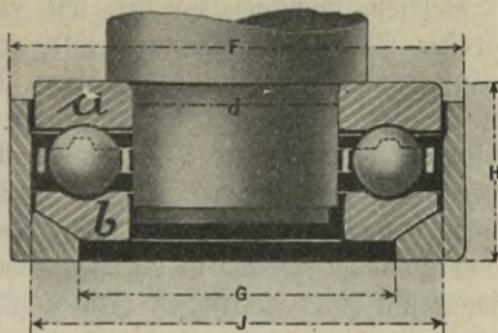


Abb. 53.

Wesentlich besser ist die sogenannte Ringschmierung, welche namentlich für Triebwerkswellen immer häufiger Verwendung findet. Der Grundgedanke einer solchen Ringschmierung (Abb. 54) ist folgender. In dem Lager sind an zwei oder mehreren Stellen Höhlungen ausgespart, in welchen dünne gußeiserne Ringe R stecken, welche oben lose auf der Welle aufliegen und mit ihrem unteren Teile in Öl eintauchen. Die geringe Reibung zwischen Ring und Welle genügt um die Ringe in Umdrehung zu versetzen und so fortwährend geringe Mengen Öl aus dem unteren Teile der Lagerhöhlung auf die Welle heraufzubringen, wo es sich durch entsprechende Rillen, die in der oberen Lagerchale angebracht sind, über die ganze Lagerfläche verbreitet. Der Vorteil dieser Art von Schmierung besteht darin, daß die Schmierung eine sehr reichliche ist und doch keine Verschwendung von Öl eintritt, da das Öl immer wieder in den unteren Teil des Lagers zurücktropft und so wieder von neuem verwendet werden kann. Derartige Ringschmierlager können monatelang ohne jede Bedienung in Betrieb stehen, was bei umfangreichen Wellenleitungen in Fabriken natürlich von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist.

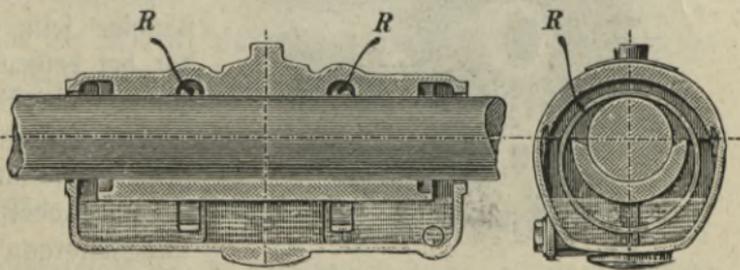


Abb. 54.

Bei sehr wichtigen Lagern, wie es z. B. die Kurbelwellenlager großer Wärmekraftmaschinen sind, wird in neuerer Zeit immer häufiger die Anordnung getroffen, daß das Öl durch besondere kleine Presspumpen in ununterbrochenem Strome durch die Lager hindurchgedrückt wird. Das aus dem Lager kommende Öl durchstreicht eine Reinigungs- und eine Kühlvorrichtung und wird sofort wieder verwendet, so daß ein dauernder Kreislauf des Oles entsteht. Thermometer, welche in die Lagerschalen eingesetzt, gegebenenfalls sogar mit einer elektrischen Warnungschelle verbunden sind, zeigen dem Maschinisten an, ob die Temperatur im Lager nicht zu hoch, die Schmierung also auch gut im Gange ist.

Dritter Abschnitt.

Räder.

Einleitung.

Erklärungen und Bewegungsgesetze.

Allgemeines. Es liege eine von einem Wasserrade, einer Dampfmaschine oder dergleichen angetriebene Welle vor, welche ständig in ein und derselben Richtung umläuft, und es soll nun die Aufgabe gelöst werden, von dieser Welle eine andere so anzutreiben, daß sie sich ebenfalls ständig umdreht. Als Hilfsmittel dazu dienen geeignet gestaltete Scheiben oder Räder, von denen je eins auf jeder Welle sitzt. Man kann sie in zwei große Klassen einteilen, nämlich erstens in solche Räder, welche einander unmittelbar berühren, und

zweitens in Räder, welche durch ein Zugorgan (Riemen, Seil oder Kette) miteinander in Verbindung stehen. Soll dabei die Bewegungsübertragung eine ständige sein, so ist offenbar bei beiden Klassen von Rädern die Bedingung zu stellen, daß niemals zwischen den Rädern untereinander oder zwischen Rad und Zugorgan ein Gleiten eintritt.

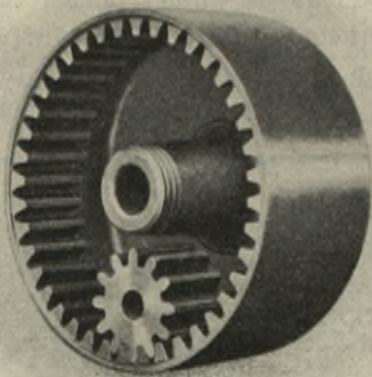


Abb. 55.

Der Einfachheit halber sei zunächst nur von freisförmigen Rädern und Scheiben die Rede, deren Mittelpunkt mit dem Mittelpunkte der Welle zusammenfällt.

Unmittelbar sich berührende Räder. Zu der ersten Klasse von Rädern gehören die Reibungsräder und Zahnräder. Unter Reibungsrädern versteht man glatte Scheiben, deren Umfänge in radialer Richtung fest aneinander gepreßt sind, so daß infolge der an den Umfängen auftretenden Reibung die eine Scheibe durch die andere mitgenommen wird.

Zahnräder dagegen sind Räder, deren Umfänge mit Vorsprüngen (Zähnen) und Lücken versehen sind, die stets ineinander eingreifen, so daß also die Mitnahme des einen Rades durch das andere nicht durch eine radiale Pressung geschieht wie bei den Reibungsrädern, sondern durch eine tangentielle Pressung.

Sind die durch die Räder miteinander zu verbindenden Wellen gleichlaufend, so spricht man von zylindrischen oder Stirnrädern (Abb. 55 und 67 S. 38), wobei noch unterschieden werden kann zwischen Rädern, die sich beide an ihrem äußeren Umfange berühren, Außenräder (Abb. 67), und Rädern, von denen eins an seinem inneren Umfange von dem anderen berührt wird: Innenräder (Abb. 55).¹⁾

Würden sich die beiden zu verbindenden Wellenstränge hinreichend verlängert im Raume schneiden, so erhält man Kegelsräder (Abb. 56).



Abb. 56.

Kreuzen sich die beiden Wellen im Raume ohne einander zu schneiden, so erhält man Hyperbelräder (Abb. 81 S. 45).

Räder, welche sich nicht unmittelbar berühren. Die zweite oben erwähnte Klasse von Rädern findet ihre Anwendung bei dem sogenannten Riementrieb, Seiltrieb und dem selteneren Kettentrieb.

1) Aus einem Kataloge von Fr. Stolzenberg & Co., Berlin-Reinickendorf West.

Die Gestalt der Räder ist hier in allen Fällen zylindrisch, jedoch unterscheidet man je nach Lage der miteinander zu verbindenden Wellen drei Arten des Betriebes, nämlich:

1. Den offenen Betrieb (Abb. 57) } bei gleichlaufenden
2. Den gekreuzten Betrieb (Abb. 58) } Wellen.
3. Den geschränkten Betrieb (Abb. 59) bei Wellen die einander im Raume kreuzen ohne sich zu schneiden.

Ehe auf die Beschreibung der Räder im einzelnen eingegangen

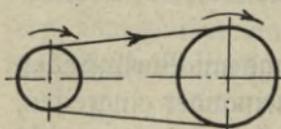


Abb. 57.

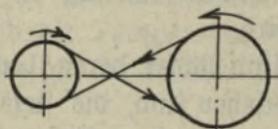


Abb. 58.

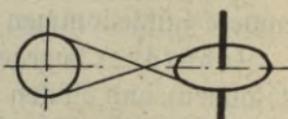


Abb. 59.

werden soll, mögen vorher folgende **wichtige allgemeine Sätze** hier Platz finden.

Erster Satz. Bei einem sich unmittelbar berührenden Räderpaare haben die Räder entgegengesetzte Drehrichtung bei Außenrädern; dieselbe Drehrichtung bei Innenrädern. Dies folgt sofort aus der Betrachtung der Abb. 55 a. S. 32 und Abb. 60 a. S. 35.

Zweiter Satz. Ein zwischen zwei Rädern dazwischengeschaltetes Rad verändert die bisherige Drehrichtung der angetriebenen Welle in die entgegengesetzte (siehe Abb. 61 und 62).

Dritter Satz. Stehen die Räder in Verbindung durch ein Zugorgan, so haben die Wellen gleiche Drehrichtung bei einem offenen Betriebe; entgegengesetzte Drehrichtung bei gekreuztem Betriebe (vgl. die Abb. 57 und 58).

Da nach der a. S. 32 ausgesprochenen Bedingung ein Gleiten zwischen zwei mittelbar oder unmittelbar miteinander in Verbindung stehenden Rädern nicht eintreten darf, so folgt daraus sofort ein

Vierter Satz. Zwei sich mittelbar oder unmittelbar berührende Räder besitzen gleiche Umfangsgeschwindigkeit c , d. h. jeder Punkt des Umfanges der beiden Räder legt in einer Zeiteinheit denselben Weg zurück.

Hat ein sich drehendes Rad den Halbmesser r , so hat sein Umfang bekanntlich die Größe $2 r \pi$. Macht dabei das Rad n Umdrehungen in der Minute, so legt ein Punkt am Umfange des Rades in der Minute den Weg $2 r \pi n$ Meter zurück. Denselben Weg muß aber nach dem eben ausgesprochenen Satz IV auch jeder Punkt am Umfange des zweiten Rades zurücklegen. Hat dieses zweite Rad den Halbmesser r_1 und dreht es sich dabei n_1 mal in der Minute um,

so kann man Satz IV auch in der Form ausdrücken: Bei zwei sich mittelbar oder unmittelbar berührenden Rädern muß stets

$$2 r \pi n = 2 r_1 \pi n_1$$

sein, und daraus folgt endlich in einfacher Weise ein sehr wichtiger

Fünfter Satz: Bei zwei sich mittelbar oder unmittelbar berührenden Rädern ist stets

$$r n = r_1 n_1 \quad \text{oder} \quad \frac{n}{n_1} = \frac{r_1}{r}.$$



Abb. 60.

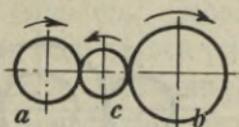


Abb. 61.

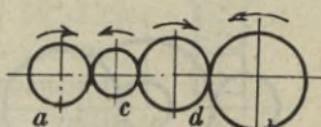


Abb. 62.

In Worten: Die minutliche Umdrehzahl zweier Wellen verhält sich umgekehrt wie die Halbmesser der auf ihnen sitzenden Räder, durch welche sie miteinander in Verbindung stehen.

Beispiel: Von einer Welle a, welche $n_a = 80$ Umdrehungen in der Minute macht, soll eine andere Welle b angetrieben werden, welche $n_b = 120$ Umdrehungen in der Minute machen soll. Lösung: Setzt man auf die Welle a eine Scheibe (ganz gleichgültig, ob Riemenscheibe, Zahnrad oder dergleichen) z. B. vom Halbmesser $r_a = 60$ cm, dann muß die entsprechende Scheibe auf der Welle b einen Halbmesser r_b erhalten, dessen Größe sich ergibt aus der Beziehung

$$r_b = r_a \frac{n_a}{n_b} = 60 \frac{80}{120} = 40 \text{ cm.}$$

Sechster Satz: Mehrere Wellen mit je einem Rade. Soll eine Welle b von einer Welle a aus durch unmittelbar sich berührende Räder angetrieben werden in der Weise, daß eine oder mehrere Wellen mit je einem darauf sitzenden Rade dazwischengeschaltet werden (Abb. 62), so ist die Anzahl und Größe der dazwischengeschalteten Räder ohne Einfluß auf das Übersetzungsverhältnis der Wellen a und b.

Nach Satz IV ist nämlich

$$2 r_a \pi \cdot n_a = 2 r_c \pi n_c = 2 r_d \pi n_d = 2 r_b \pi n_b;$$

das heißt aber, da 2π sich überall forthebt

$$r_a \cdot n_a = r_b \cdot n_b \quad \text{oder} \quad \frac{n_a}{n_b} = \frac{r_b}{r_a}.$$

Das Übersetzungsverhältnis der Wellen a und b ist also genau dasselbe, als wenn die Zwischenräder c und d nicht vorhanden wären.

Siebenter Satz. Mehrere Wellen mit paarweise darauf befindlichen Rädern. Bezeichnet wieder r den Halbmesser der einzelnen Räder, n die Umdrehzahl in der Minute, so ergibt sich nach Satz V und Abb. 63

$$n_1 = n_a \frac{r_a}{r_1}, \quad n_b = (n_2) \frac{r_2}{r_b}.$$

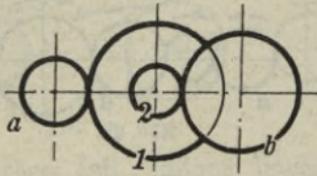


Abb. 63.

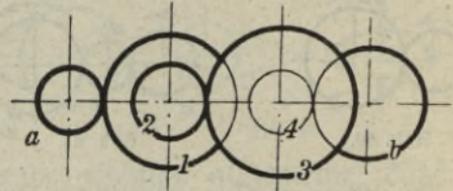


Abb. 64.

Da nun Rad 1 und 2 auf einer gemeinschaftlichen Welle befestigt sind, so ist $n_2 = n_1$, und es ergibt sich

$$n_b = \left(n_a \frac{r_a}{r_1} \right) \frac{r_2}{r_b} \quad \text{oder} \quad \frac{n_a}{n_b} = \frac{r_b}{r_a} \left(\frac{r_1}{r_2} \right).$$

Man sieht sofort, wie das weiter geht: bei zwei zwischengeschalteten Räderpaaren z. B. erhält man (Abb. 64)

$$\frac{n_a}{n_b} = \frac{r_b}{r_a} \left(\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_3}{r_4} \dots \dots \right) \text{ usw.}$$

Erster Teil.

Unmittelbar sich berührende Räder.

Erstes Kapitel.

Reibungsräder.

Unter Reibungsrädern verstanden wir (S. 33) glatte Scheiben, deren Umfänge in radialer Richtung fest aneinander gepreßt werden, so daß infolge der an den Umfängen auftretenden Reibung die eine Scheibe durch die andere mitgenommen wird.

Die Anwendung der Reibungsräder im Maschinenbau ist beschränkt. Sollen nämlich große Kräfte durch solche Räder übertragen werden, so müßten, um ein Gleiten der Umfänge aufeinander zu vermeiden, die Räder sehr stark aneinander gepreßt werden, was wiederum starke Abnutzung zur Folge hätte. Will man die Reibung zwischen den Rädern erhöhen, so kann man die Umfänge keilförmig gestalten (Abb. 65). Jedoch darf die Tiefe der Rillen (a) nicht zu groß werden (etwa 10—12 mm), da sonst eine zu starke Abnutzung, gegebenenfalls auch eine zu starke Erwärmung der Räder eintritt.

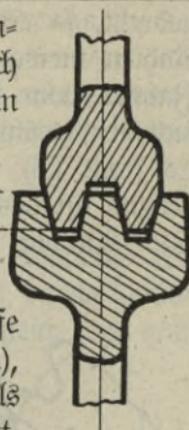


Abb. 65.

Recht fesselnd ist eine Art von Reibungsrädern, die unter anderem z. B. bei Automobilen angewendet worden ist. Es sei b (Abb. 66) eine Welle, die (z. B. von der Antriebsmaschine des Automobils) in ständiger, ungefähr gleichbleibender Umdrehung gehalten wird. Von dieser Welle soll eine andere Welle a (die mit den Rädern des Automobils in Verbindung steht) so angetrieben werden, daß nicht nur die Umdrehzahl, sondern sogar auch die Drehrichtung von a geändert werden kann. Zu diesem Zwecke befestigt man auf dem Ende von b eine glatte Scheibe, gegen deren Fläche sich ein auf der Welle a befindliches Rad fest anlegt. Dieses Rad ist dabei so angeordnet, daß es sich auf der Welle verschieben läßt, aber doch bei jeder Drehung die Welle a mitnimmt (Verbindung vermittelt Nut und Feder; vgl. S. 4). Nach dem auf S. 35 genannten Satze V ist

$$n_a = n_b \frac{r_b}{r_a}.$$

Man erkennt sofort: Je kleiner r_b wird, d. h. je mehr das Rad a dem Mittelpunkt der Scheibe b genähert wird, um so langsamer dreht sich die Welle a, und wenn das kleine Rad über den Mittelpunkt von b hinausgeschoben wird, kehrt die Welle a ihre Drehrichtung um.

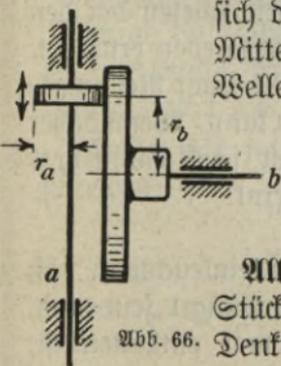


Abb. 66.

Zweites Kapitel.

Zahnräder.

Allgemeines. Es seien I und II (Abb. 67 a. f. S.) Stücke zweier ineinander eingreifender Zahnräder.

Denkt man sich die beiden Räder um ihren Mittelpunkt

gedreht, so erkennt man, daß sie offenbar mit stets wechselnden Radien ineinander eingreifen, denn einmal wird die Spitze eines Zahnes vom Rade I auf dem Grunde der Lücke des Rades II anliegen, während bald darauf die Verhältnisse umgekehrt sind. Es fragt sich nun, welcher Augenblick der Berührung ist maßgebend für das Übersetzungsverhältnis der beiden Wellen a und b. Die Antwort hierauf ist folgende: Denkt man sich die Mittel-

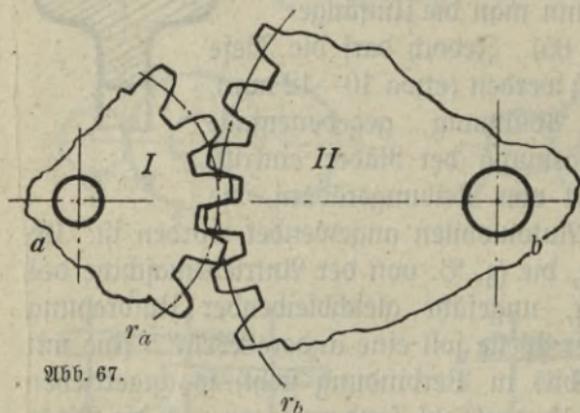


Abb. 67.

punkte a und b der beiden Wellen durch eine Gerade, die sogenannte „Zentrallinie“, verbunden, so ist für die Übersetzung derjenige Punkt maßgebend, in welchem sich zwei Zähne der beiden Räder in der Zentrallinie berühren. Denkt man sich jetzt durch die-

sen Punkt um die Mittelpunkte a und b Kreise geschlagen vom Halbmesser r_a und r_b , so ist bei richtig ausgeführten Zahnrädern die Bewegungsübertragung von einer Welle auf die andere so, als wenn zwei glatte (Reibungs-) Räder von der Größe dieser beiden Kreise aufeinander rollen. Die Umfangsgeschwindigkeiten dieser beiden Kreise sind dann nach dem früheren Satze IV (S. 34) offenbar einander gleich.

Sämtliche Zähne zweier ineinander eingreifender Räder müssen selbstverständlich den gleichen Abstand voneinander haben. Diesen Abstand (t) der Zähne voneinander, gemessen auf dem eben genannten Kreise, nennt man die Teilung des Zahnrades, die beiden Kreise führen daher den Namen Teilkreise. Sie spielen bei den Zahnrädern eine wichtige Rolle, da man sich, wie ja eben erwähnt, die Zahnräder in ihrer Wirkung geradezu durch ein Paar Reibungsräder von diesem Teilkreishalbmesser ersetzt denken kann. Wenn daher von dem Halbmesser eines Zahnrades die Rede ist, so ist damit stets der Halbmesser des betreffenden Teilkreises gemeint.

Verzahnungsgesetz. Es ist wohl ohne weiteres einleuchtend, daß der Umfang des Teilkreises ein Vielfaches der Teilung t sein muß, und zwar derart, daß t in dem Umfange z mal enthalten ist,

wobei z die Anzahl der Zähne des Rades bedeutet. Da nun der Umfang des Teilkreises bekanntlich gleich $2r\pi$ ist, wobei r der Halbmesser des Teilkreises ist, so erhält man das einfache, aber ungemein wichtige Verzahnungsgesetz, welches für alle Zahnräder gilt, nämlich

$$2r\pi = z \cdot t.$$

Andere wichtige Gesetze. Wenden wir den eben erhaltenen Satz auf die beiden Zahnräder (Abb. 67) an, so erhält man, da die Teilung bei zwei ineinander eingreifenden Rädern genau gleich sein muß,

$$\text{für Rad I: } 2r_a\pi = z_a \cdot t$$

$$\text{für Rad II: } 2r_b\pi = z_b \cdot t$$

und daraus das wichtige Gesetz $\frac{r_a}{r_b} = \frac{z_a}{z_b}$

in Worten: Es verhalten sich die Teilkreisradien zweier ineinander eingreifender Zahnräder wie die Zähnezahlen der beiden Räder und umgekehrt.

Nach dem S. 35 gefundenen Satz V verhalten sich aber die Umdrehzahlen zweier voneinander abhängiger Wellen umgekehrt wie die Radien der auf ihnen sitzenden Räder, oder

$$\frac{r_a}{r_b} = \frac{n_b}{n_a} \quad \text{und} \quad \frac{n_a}{n_b} = \frac{r_b}{r_a}$$

und daraus folgt sofort auch das weitere wichtige Gesetz $\frac{n_a}{n_b} = \frac{z_b}{z_a}$

in Worten: Die Umdrehzahlen zweier ineinander eingreifender Zahnräder (oder zweier Wellen) verhalten sich umgekehrt wie die Zähnezahlen der beiden Zahnräder.

Wir können also in dem Beispiel auf S. 35 statt der Zentimeter auch Zähnezahlen setzen und sagen: Wenn das auf der Welle a sitzende Zahnrad 60 Zähne hat und die Welle a 80 Umdrehungen in der Minute macht, dann muß das Zahnrad auf der Welle b 40 Zähne haben, damit die Welle b 120 mal in der Minute umläuft.

Ebenso läßt sich jetzt der Satz VII auf S. 36 offenbar auch so schreiben:

$$\frac{n_a}{n_b} = \frac{z_b}{z_a} \left(\frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \dots \right),$$

wobei z_a, z_1, z_2, \dots die Zähnezahlen der Räder $a, 1, 2$ usw. bedeuten.

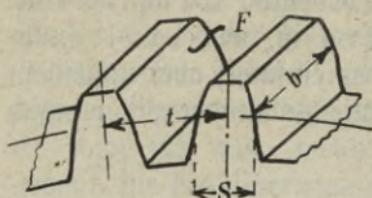


Abb. 68.

stärke, F sind die Zahnflanken, t ist die mehrfach erwähnte Zahnteilung.

Form der Zahnflanken. Kommt es nur darauf an, daß ein Zahnrad durch das andere überhaupt eine Drehbewegung erhält, so könnte die Form der Zahnflanken in weiten Grenzen beliebig gewählt werden. Es wird jedoch stets die Bedingung gestellt, daß die Bewegung der Zahnräder ebenso gleichmäßig erfolgen soll, als wenn an Stelle der beiden Zahnräder zwei aufeinander rollende Reibungsräder von der Größe der beiden Teilkreise vorhanden wären. Aus diesem Grunde ist die Form der Zahnflanken nicht beliebig, sondern die geforderte Gleichmäßigkeit der Bewegung tritt aus Gründen, die zu erörtern hier zu weit führen würde, nur dann ein, wenn die Zahnflanken in ihren einzelnen Teilen entweder aus Zykloiden verschiedener Art oder unter Zuhilfenahme von Evolventen geformt sind, und man unterscheidet demnach Zahnräder mit Zykloidenverzahnung und solche mit Evolventenverzahnung.

Was die Bedeutung und Form dieser Kurven betrifft, so sei kurz folgendes erwähnt: Eine Zykloide nennt man eine Kurve, welche entsteht durch die Bewegung eines Punktes am Umfange eines Kreises, welcher auf einer Geraden oder auf dem äußeren oder inneren Umfange eines Kreises abgewälzt wird. Die drei Kurven führen dann die besonderen Namen: gemeine Zykloiden (Abb. 69), Epizykloiden (Abb. 70) und Hypozykloiden (Abb. 71). Evolvente nennt man diejenige Kurve, welche ein Punkt einer Geraden beschreibt, die man auf dem Umfange eines Kreises abwälzt (Abb. 72).

Erklärung. Da für die folgenden Besprechungen eine Reihe von Bezeichnungen wichtig sind, mögen diese Bezeichnungen an Hand der beifolgenden Skizze (Abb. 68) erläutert werden. Die Abmessung b nennt man die Zahnbreite, s ist die Zahnstärke, F sind die Zahnflanken, t ist die mehrfach erwähnte Zahnteilung.

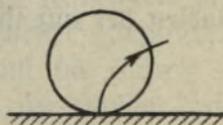


Abb. 69.

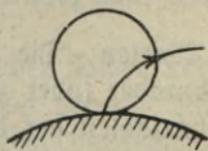


Abb. 70.

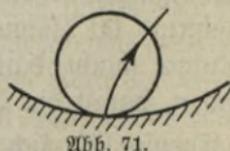


Abb. 71.

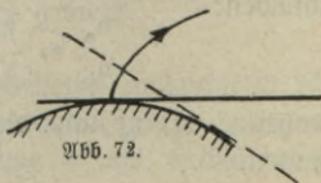


Abb. 72.

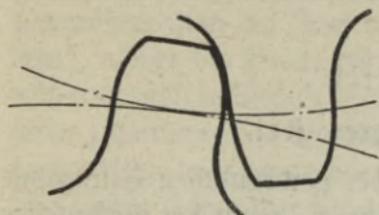


Abb. 73.

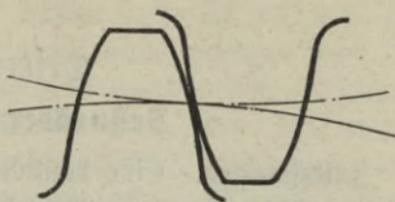


Abb. 74.

Zykloiden- und Evolventenverzahnung. Auf die genauere Ausbildung der eben besprochenen Zahnformen, sowie namentlich auf die Abhängigkeit der Zahnformen von der Anzahl der Zähne und von dem Halbmesser des Rades kann hier aus Raumangel nicht eingegangen werden. Es mögen daher nur folgende kurzen Bemerkungen darüber hier Platz finden. Die aus Zykloiden gebildeten Zahnflanken haben im allgemeinen eine S-Form (Abb. 73), während die Evolventenzähne im allgemeinen nach Art der Abb. 74 geformt sind. Bei gleicher Stärke im Teilkreise ist also der Evolventenzahn an der Zahnwurzel stärker als der Zykloidenzahn (vgl. die Abbildungen) und kann daher auch größere Kräfte übertragen. Kommt es dagegen nicht auf die Übertragung großer Kräfte, also auf besonders große Festigkeit des Zahnes an, sondern spielt mehr die Abnutzung der Zähne eine Rolle, so ist die Zykloidenzahnform im allgemeinen günstiger. Hier läuft nämlich nicht, wie bei Evolventenzähnen die konvexe Flanke auf einer konvergen (Abb. 74), sondern eine konkave Flanke auf einer konvergen (Abb. 73), die Zykloidenflanken berühren sich daher in einer verhältnismäßig breiten Fläche, während sich die Evolventenflanken (auf der ganzen Breite des Zahnes) nur in einer Linie berühren, so daß die Abnutzung hier eine viel stärkere wird.

Man findet daher die Evolventenverzahnung hauptsächlich bei Rädern für Winden, Krane u. dgl., wo große Kräfte durch die Zahnräder zu übertragen sind. Anders dagegen bei Kraftmaschinen. Soll hier vermittels Zahnräderüberetzung irgendeine Welle angetrieben werden, so pflegt man die Zykloidenverzahnung vorzuziehen, da bei einer solchen Übertragung im allgemeinen nur kleine Kräfte in Frage kommen, während infolge des ununterbrochenen raschen Arbeitens der Räder die Abnutzung eine wesentliche Rolle spielt.

Drittes Kapitel.

Zahnräder besonderer Art.

Zahnstangen. Eine bauliche Abart der gewöhnlichen Stirnzahnräder (Abb. 67 auf S. 38) erhält man dann, wenn der Halbmesser des einen Rades „unendlich groß“ wird. Das Zahnrad mit „unendlich großem“ Halbmesser bekommt dann die Form einer Zahnstange (Abb. 75¹).

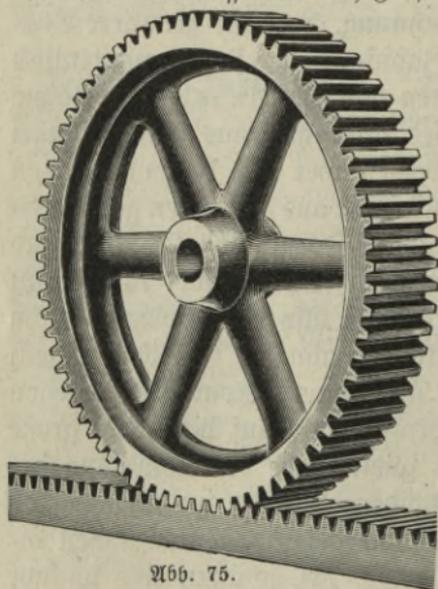


Abb. 75.

Kegelräder. Eine weitere bauliche Besonderheit ist es, wenn die Zähne sich nicht auf dem Umfange zylindrischer Räder befinden, sondern auf dem Umfange kegelförmiger Räder (Abb. 56 auf S. 33). Es gelten hier genau dieselben Verzahnungsregeln, die früher auf S. 38 besprochen wurden. Zu bemerken wäre vielleicht noch, daß der Winkel, den die beiden mit Kegelrädern ver-

sehenen Wellen miteinander bilden, in der Regel ein rechter ist, jedoch können auch Kegelräder für beliebige andere Winkel ausgeführt werden.

Pfeilräder. Eine eigentümliche Gattung der Zahnräder bilden die sogenannten Pfeilräder, deren Zweck und Wirkungsweise sich aus folgender Betrachtung ergibt. Es dürfte nicht schwer einzusehen sein, daß, gute Herstellung vorausgesetzt, eine Kraftübertragung durch Zahnräder von einer Welle auf eine andere gleichmäßiger und sicherer vor sich geht, wenn auf jeder Welle zwei Zahnräder nebeneinander sitzen, deren Zähne immer um eine halbe Teilung gegeneinander versetzt sind (Abb. 76). Was von zwei Rädern gilt, gilt natürlich um so mehr z. B. von vier Rädern, bei denen die Zähne immer um je $\frac{1}{4}$ der Teilung gegeneinander versetzt sind (Abb. 77).

1) Abb. 56, 75, 81, 82 aus einem Kataloge der Zahnräderfabrik Otto Döring, Berlin N.

Berggrößert man die Zahl der Räder immer mehr bis ins „Unendliche“, wobei die Breite der Zähne zugleich immer geringer wird, so bekommt man schließlich, wenn man alle diese unendlich dünnen Zahnräder zusammenlegt, ein einziges Zahnrad, dessen Zähne nicht mehr zu der Achse des Zahnrades parallel laufen (Abb. 78). Läßt man nun zwei solcher Zahnräder ineinander eingreifen, so tritt infolge der schräg stehenden Zähne die unangenehme Erscheinung auf, daß die Zahn-

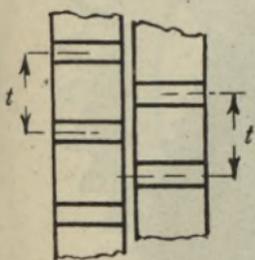


Abb. 76.

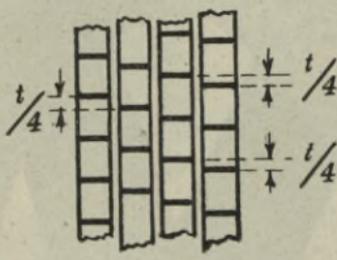


Abb. 77.

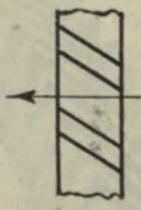


Abb. 78.



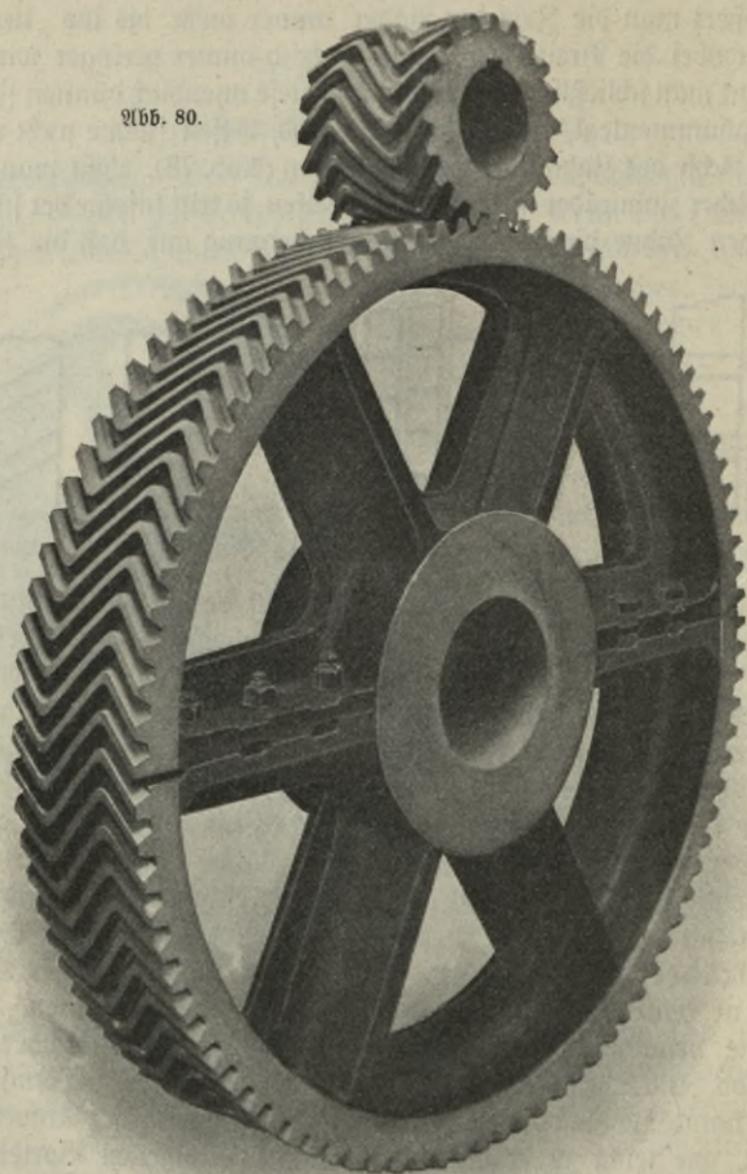
Abb. 79.

räder das Bestreben haben, die Wellen, auf denen sie befestigt sind, in der Längsrichtung (Abb. 78) zu verschieben. Dieser Übelstand läßt sich dadurch beseitigen, daß man auf dieselben Wellen ein zweites Zahnräderpaar aufsetzt, dessen Zähne nach der entgegengesetzten Seite geneigt sind. Man erhält aber auch offenbar dieselbe Wirkung, wenn man statt dessen Zahnräder ausführt, deren Zähne nach Abb. 79 gestaltet sind, und da die beiden schräg gegenübergestellten Zahnhälften dieser Zähne sich gewissermaßen gegenseitig stützen und somit eine erhöhte Festigkeit haben, sind solche Zahnräder (man nennt sie dann aus leicht ersichtlichen Grunde Pfeilräder) in letzter Zeit für die Übertragung großer Kräfte, z. B. in Walzwerken u. dgl., stark in Aufnahme gekommen.

Eine besonders eigentümliche Ausbildung der Pfeilräder zeigt die Abb. 80 a. f. S. (von der Bergischen Stahlindustrie in Remscheid). Man könnte sie als doppelte Pfeilräder bezeichnen. Ihre Anwendung bietet, wie leicht zu erkennen, die eben besprochenen Vorteile der Pfeilräder in erhöhtem Maße.

Schraube ohne Ende. Wenn zwei Wellen sich im Raume kreuzen, ohne einander zu schneiden und die eine Welle durch die andere angetrieben werden soll, so kann dies geschehen mit Hilfe eines Getriebes, welches man als Schnecke mit Schraubenrad, auch wohl als Schraube ohne Ende (Abb. 81 a. S. 45) zu bezeichnen pflegt. Das kleinere Rad, die Schnecke, hat Ähnlichkeit mit einer Schraube,

Abb. 80.



wobei der Querschnitt des Schraubengewindes die Form des Zahnes einer Zahnstange erhält. Die Zähne des größeren Rades erhalten dann zweckmäßigerweise bei guten Ausführungen die Form von Auschnitten aus dem Gewinde einer Schraubennutter, in welche die Schraubengänge der Schnecke hineinpaffen. Näheres über dieses Getriebe und seine Anwendung siehe des Verfassers „Hebe-

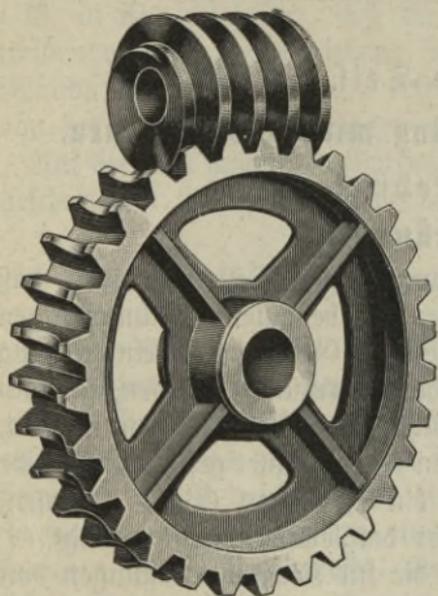


Abb. 81.

zeuge“, Bd. 196 dieser Sammlung (vgl. auch Abb. 95 auf S. 56).

Bezüglich der Bewegungsübertragung von der einen Welle auf die andere wäre noch zu beachten, daß diese Übertragung genau dem Vorgange bei der Bewegung einer Schraube in dem zugehörigen Schraubenmuttergewinde entspricht. Ist also das „Gewinde“ auf der Schnecke als „eingängige“ Schraube ausgeführt (Abb. 81), so entspricht einer einmaligen vollen Umdrehung der Schnecke eine Drehung des Schraubenrades um einen Zahn, bei einer zweigängigen Schraube um zwei Zähne usw.

Schraubenräder. Das eben besprochene Getriebe kann man in der Weise abändern, daß man die Schnecke als Schraube von sehr vielen Gängen ausführt, so daß also die Gewindengänge sehr „steil“ werden, d. h. sich immer mehr nach der Achse der Schnecke hinneigen. Schneidet man nun senkrecht zur Achse der Schnecke ein Stück aus ihr heraus, so erhält man in der Form einer Scheibe oder eines Rades mit sehr schief stehenden Zähnen eine neue Klasse von Zahnrädern (Abb. 82), die man als Schraubenräder zu bezeichnen pflegt. In neuerer Zeit finden sie im Maschinenbau zur Übertragung kleinerer Kräfte nicht selten Anwendung, z. B. bei Gasmaschinen zum Antriebe der Steuerwellen, welche in der Regel senkrecht zur Hauptmaschinenwelle und unterhalb von ihr angeordnet sind. Zur dauernden Übertragung großer Kräfte sind derartige Schraubenräder (ebenso wie die Schneckenräder) wegen der ziemlich beträchtlichen Reibungsverluste wenig geeignet.

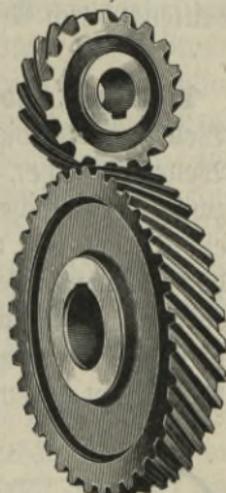


Abb. 82.

Zweiter Teil.

Räder zur Kraftübertragung mittels Zugorganen.

Erstes Kapitel.

Vorbemerkungen.

Allgemeines. Ist die Entfernung zweier Wellen so groß, daß unmittelbar sich berührende Räder zu bedeutende Abmessungen erhalten würden, oder soll aus sonstigen Gründen die Anwendung von Zahnrädern oder Reibungsrädern vermieden werden, so kann eine Welle von einer anderen auch dadurch angetrieben werden, daß man auf jeder der beiden Wellen eine geeignet gestaltete Scheibe anbringt und um diese Scheiben ein Zugorgan (Band, Riemen, ein oder mehrere Seile, Kette oder dergleichen) herumschlingt.

Sieht man von den Ketten ab, die für Kraftübertragungen von untergeordneter Bedeutung sind, so geschieht das Festhalten des Zugorganes auf den Scheiben durch Reibung, und zwar kann diese Reibung auf dreierlei Weise erzeugt werden: Erstens dadurch, daß das Zugorgan in gespanntem Zustande auf die Scheibe aufgebracht wird (z. B. beim Riementrieb, Hanfseil- und Baumwollseiltrieb), zweitens dadurch, daß die eigene Schwere des Zugorganes die Reibung hervorruft (angewendet beim Drahtseiltrieb), endlich drittens durch Anwendung von besonderen Spannrollen.

Treibende und getriebene Scheiben. Ist a (Abb. 83) diejenige Welle, von der die Bewegung ausgeht, so nennt man a die treibende Welle (Scheibe), b die getriebene Welle (Scheibe). Die beiden zwischen den Scheiben befindlichen Stücke des Zugorganes nennt man ein Trum und unterscheidet dann ebenfalls zwischen einem ziehenden (Riemen-, Seil- oder Ketten-) Trum und einem gezogenen Trum. Ist die Drehrichtung der Scheiben die in der Abbildung angegebene, so ist das z das ziehende, g das gezogene Trum. Um zu erkennen, welches in jedem Falle das ziehende und welches das gezogene

Trum ist, braucht man sich nur für einen Augenblick das endlos um die Scheiben geschlungene Band an je einer Stelle der beiden Scheiben befestigt zu denken. Man erkennt dann

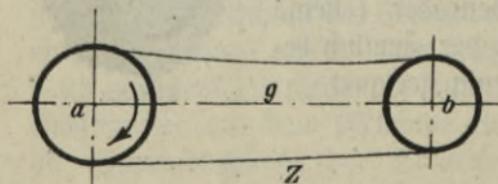


Abb. 83.

z. B. in Abb. 83 sofort, daß die Bewegungsübertragung von der treibenden auf die getriebene Welle eben nur durch das in der Abbildung untere Trum z erfolgt, während das Trum g einfach von der Scheibe b mitgezogen wird.

Auf die drei möglichen Betriebsarten des offenen, gekreuzten und geschränkten Betriebes wurde bereits auf S. 34 hingewiesen.

Zweites Kapitel.

Riementrieb.

Der Riemen. Der Stoff des Bandes, welches beim Riementrieb um die Scheiben geschlungen wird, besteht in den meisten Fällen aus Leder. Das scheint zwar schon in dem Worte „Riemen“ zu liegen; jedoch sind in neuerer Zeit, hauptsächlich infolge der hohen Preise solcher Lederriemen, auch andere Stoffe in Aufnahme gekommen, z. B. Baumwolle, Kamelhaar, Gummi u. dgl., für die sich dann ebenfalls der Name „Riemen“ eingebürgert hat.

Betrachten wir zunächst den immer noch am häufigsten angewandten Lederriemen, so ist zu beachten, daß ein solcher Riemen naturgemäß aus verhältnismäßig kleinen Stücken zusammengesetzt werden muß, da man sowohl in der Länge wie in der Breite und Dicke an die Abmessungen der Ochsenhäute (nur solche werden zweckmäßigerweise verwendet) gebunden ist. Die Dicke der Häute beträgt in den Rückenstücken, welche die besten Treibriemen liefern, im Mittel etwa 5—6 mm; die größte verwendbare Breite dieser Stücke etwa 500—600 mm, die Länge etwa 1½ m. Hieraus folgt also, daß Treibriemen immer aus einzelnen Stücken zusammengesetzt werden müssen, und zwar geschieht dieses Zusammensetzen am besten durch Zusammenleimen oder Zusammennähen der einzelnen Stücke. Andere Verbindungsarten, so z. B. unter Zuhilfenahme von Metallteilen (Schrauben, Nieten, Krallen u. dgl.) kommen auch vor. Sie haben den Vorzug der Einfachheit und Billigkeit, stehen aber ihrem Werte nach dem Verbinden durch Leimen und Nähen nach.

Reicht die Dicke der Riemen nicht aus, so näht man wohl zwei oder gar drei Riemenlager übereinander und erhält dann einen doppelten und dreifachen Riemen, doch möge gleich hier kurz erwähnt werden, daß solche zwei- und dreifachen Riemen durchaus nicht etwa das Zwei- und Dreifache leisten wie einfache Riemen von gleicher Breite.

Riemenabmessungen. Es scheint zunächst, als wenn man bezüglich der Abmessungen eines Riemens zwei Größen zur freien Auswahl hätte, die Dicke und Breite des Riemens. Was zunächst die Breite anbetrifft, so ist sie theoretisch insofern unbeschränkt, als man, wie eben erwähnt, durch Aneinanderschließen einzelner Häute Riemen beliebiger Breite herstellen kann. Sehr breite Riemen haben jedoch die unangenehme Eigenschaft, daß sie nicht ruhig laufen. Sie kommen in starke Schwankungen, sie „schlagen“, und liegen infolgedessen

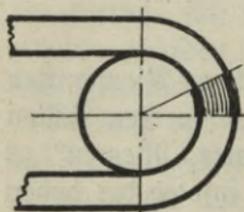


Abb. 84.

nicht dauernd auf den Scheiben auf, wodurch ihre Übertragungskraft wesentlich herabgemindert wird. Man geht daher bei einfachen Riemen nicht gern über 500—600 mm Riemenbreite heraus. Was die Dicke der Riemen betrifft, so wurde vorher schon erwähnt, daß die besten, aus dem Rücken herausgeschnittenen Stücke der Häute nur etwa 5—6 mm dick sind. Nach der Bauchseite hin werden die Häute etwas stärker (bis zu 8 mm), doch ist die Güte dieser Stücke in der Regel geringer. So bleibt also bezüglich der Dicke nur das Aushilfsmittel der doppelten und dreifachen Riemen, doch sind mit Bezug hierauf die folgenden Betrachtungen von Wichtigkeit: Je dünner ein Riemen ist, um so besser ist er, d. h. um so höher kann er bei sonst gleichem Gesamtquerschnitt belastet werden. Betrachtet man nämlich Abb. 84, welche einen sehr dicken um eine Scheibe herumgeschlungenen Riemen darstellt, so erkennt man leicht, daß beim Herumbiegen des Riemens um die Scheibe die außenliegenden Riementeile gegenüber den innenliegenden Teilen sehr stark auseinandergezerrt werden, und es ist klar, daß der schon durch dieses Herumbiegen so stark in Anspruch genommene Riemen nicht auch noch in dem Verhältnis seiner Dicke stärker belastet werden kann als ein sehr dünner Riemen von sonst gleichem Querschnitt, bei welchem eine solch starke Beanspruchung durch das Herumbiegen um die Scheiben nicht auftritt.

Ist man somit bei Wahl der Dicke und Breite des Riemens beschränkt, wenn es sich um die Übertragung einer bestimmten Anzahl von Pferdestärken (PS)¹⁾ handelt, so hat man glücklicherweise noch eine andere Größe zur Verfügung, welche ebenfalls von Einfluß ist auf die Anzahl der PS, die ein Riemen übertragen kann: die Riemeneschwindigkeit.

1) Bez. des Ausdruckes Pferdestärke siehe des Verf. Neuere Wärme-
kraftmaschinen I, Abschn. 1, Kap. 1, Bd. 21 dieser Sammlung.

Riemen geschwindigkeit. Ist a (Abb. 85) die treibende, b die getriebene Scheibe, so ergibt sich aus der Anwendung des einfachen Hebelgesetzes, daß

$$P_1 \cdot r_1 = P_2 \cdot r_2,$$

mit anderen Worten: die an dem Umfange der Scheibe a wirkende Kraft P wird um so kleiner, je größer ihr Hebelarm ist. Andererseits ergibt sich aber auch folgendes: Da die Welle a ebenso wie b eine bestimmte vorgeschriebene Anzahl von Umdrehungen in der Minute zu machen hat, muß die Kraft P einen um so größeren Weg in der Zeiteinheit zurücklegen (ihre Geschwindigkeit muß um so größer sein), je größer r

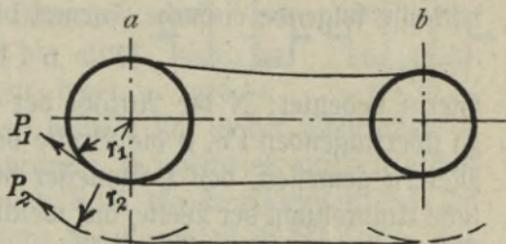


Abb. 85.

ist, je größer also die Scheibe gemacht wird. Da nun der Riemen durch die Reibung auf der Scheibe festgehalten wird, ein Punkt des Riemens also dieselbe Geschwindigkeit haben muß wie der Umfang der Scheibe, so wirkt in ihm, dem ziehenden Trum des Riemens, eine um so kleinere Kraft, je größer die Riemen geschwindigkeit ist, je größer also (bei einer bestimmten Umdrehzahl der Welle) der Halbmesser der Scheibe gewählt wird. Die Geschwindigkeit des Riemens hängt also ab (vgl. Tab. S. 62) von der minutlichen Umdrehzahl der Welle (n) und von dem Halbmesser der Scheibe (R). Da der Riemen auf beiden Scheiben fest aufliegt, so ist leicht zu ersehen, daß (wie schon auf S. 34 hervorgehoben wurde), die Umfangsgeschwindigkeit der Scheibe b genau so groß sein muß als die Umfangsgeschwindigkeit der Scheibe a.

Die Größe des Umfanges einer Scheibe ist bekanntlich $2 R \pi$ Meter. Diese Strecke muß also ein Punkt des Umfanges bei einer einmaligen Umdrehung des Rades zurücklegen. Bei n Umdrehungen in der Minute also $2 R \pi \cdot n$ Meter. Folglich ist der Weg in der Sekunde, das heißt „die Umfangsgeschwindigkeit“ des Rades und damit auch die Riemen geschwindigkeit

$$c = \frac{2 R \pi \cdot n}{60} \text{ m/sec.}$$

Berechnung eines Riemens. Ziehen wir aus dem eben Gesagten den Schluß, so erkennen wir: Die durch einen Riemen übertragbare Anzahl von PS ist erstens um so größer, je breiter der Riemen ist, zweitens um so größer, je größer die Riemen geschwindigkeit ist.

Beides natürlich nur in gewissen Grenzen. In welchem Verhältnisse Riemenbreite und Riemen geschwindigkeit zu der Anzahl der zu übertragenden PS stehen, läßt sich rechnerisch allein nicht mit voller Sicherheit bestimmen, vielmehr müssen hier Erfahrungswerte in Rücksicht gezogen werden, die durch zahlreiche Versuche gewonnen wurden. Besonders einfach gestalten sich die Verhältnisse bei den am meisten verwendeten einfachen Riemen, wo für mittlere Verhältnisse folgende einfache Formel brauchbare Werte ergibt. Es ist

$$N = b \cdot R \cdot n.$$

Hierin bedeutet: N die Anzahl der durch einen einfachen Riemen zu übertragenden PS, b die Breite des Riemens in Metern; R , in Metern gemessen, den Halbmesser der Riemenscheibe, n die minutliche Umdrehzahl der Welle, auf welcher die zur Berechnung gewählte Scheibe vom Halbmesser R sitzt.

Beispiel. Von einer Welle, welche $n_1 = 80$ Umdrehungen in der Minute macht, sollen auf eine andere Welle, welche $n_2 = 120$ Umdrehungen in der Minute machen soll, 18 PS durch einen einfachen Riemen übertragen werden. Die getriebene Welle muß dann offenbar eine kleinere Scheibe bekommen (vgl. S. 35).

Wählt man den Halbmesser dieser kleineren Scheibe $R_2 = 0,30$ m, dann ist zunächst (nach S. 35) $R_1 = \frac{120}{80} R_2 = 0,45$ m, und man erhält die Breite des gesuchten Riemens aus

$$b = \frac{N}{R \cdot n} = \frac{18}{0,3 \cdot 120} \text{ oder auch (wegen } R_1 n_1 = R_2 n_2) = \frac{18}{0,45 \cdot 80} = 0,5 \text{ m.}$$

Die Riemen geschwindigkeit ist hier also

$$c = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot \pi \cdot 120}{60} = 3,77 \text{ m/sec.};$$

das ist sehr gering. Die gewöhnlich gewählten Riemen geschwindigkeiten bewegen sich etwa in den Grenzen 3—30 m/sec. Würde man z. B. $R_2 = 0,6$ m wählen, also $R_1 = 0,9$ m, so erhielte man $c = 7,54$ m/sec., und $b = 0,25$ m.

Gewölbte (ballige) Riemen scheiben. Durch Schwankungen in der Größe der zu übertragenden Kraft, durch Ungenauigkeiten bei der Herstellung usw. bewegt sich der Riemen auf den Scheiben hin und her und würde sehr bald von den Scheiben herunterfallen, wenn dagegen nicht Maßnahmen getroffen würden. Diese Maß-

nahmen dürfen nun aber nicht darin bestehen, daß der Rand der Riemenscheibe mit vorspringenden Rändern versehen wird, denn diese Ränder würden gerade das Gegenteil der beabsichtigten Wirkung zur Folge haben, wie aus den folgenden Betrachtungen hervorgeht. Es sei (Abb. 86) ein Riemen über zwei Riemenscheiben gespannt, von denen die eine zylindrisch, die andere dagegen kegelförmig gestaltet sei. Der Riemen bewege sich in der Pfeilrichtung. Setzt man die Scheiben in Bewegung, so scheint es auf den ersten Blick, als wenn der Riemen nach links die kegelförmige Scheibe hinunterrutschen müßte. Gerade das Gegenteil ist der Fall. Der Riemen würde immer weiter nach rechts, also die kegelförmige Scheibe hinaufklettern, bis er zum Schlusse nach rechts hinunterfiel. Der Grund ist nicht schwer einzusehen. Da nämlich die Elastizität des Riemens beschränkt ist, wird er nicht, wie die Abb. 86, sondern wie die Abb. 87 zeigt, auf der kegelförmigen Scheibe aufliegen. Dreht man nun die Scheiben in der angegebenen Richtung, so hat der Teil des Riemens, welcher sich der kegelförmigen Scheibe nähert, immer das Bestreben, geradeaus zu laufen, muß sich also gegenüber der bisherigen Lage nach rechts zu bewegen. Der nächste ankommende Teil hat wieder das Bestreben, geradeaus zu laufen, d. h. sich nach rechts zu bewegen, u. s. w. Der Riemen muß also immer höher hinaufklettern und schließlich nach rechts hinunterfallen.

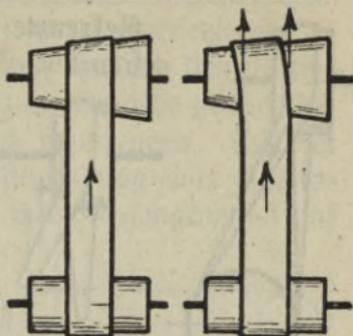


Abb. 86.

Abb. 87.

Das gibt nun aber ein einfaches Mittel an die Hand, den Riemen auf einer glatten Scheibe festzuhalten. Führt man die eine Scheibe als Doppelkegel aus, wobei die großen Durchmesser der beiden Kegele in der Mitte zusammenstoßen, so ist nun leicht ersichtlich, daß der Riemen immer das Bestreben haben würde, nach der Mitte hinzulaufen. Da jedoch eine solche Doppelkegelform den Riemen zu ungleich beanspruchen würde (die mittleren Teile des Riemens würden zu stark gestreckt werden), führt man den Umfang (in der Regel nur den der getriebenen Scheibe) nur leicht gewölbt, oder wie man es nennt, ballig aus und erhält dann eine Form der Riemenscheiben, wie sie Abb. 88 darstellt.

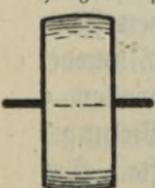


Abb. 88.



Abb. 89.



Abb. 90.

Gekreuzte und geschränkte Riementriebe. Über die gekreuzten Riementriebe sei hier nur soviel bemerkt, daß sie bei großen zu übertragenden Leistungen nur im Notfalle angewendet werden, wenn (wie auf S. 34 erwähnt) die beiden Wellen entgegengesetzte Drehrichtung bekommen sollen. Da nämlich derartige Riemen an der Kreuzungsstelle fortwährend aneinander reiben und gegeneinander schlagen, so nützen sie sich verhältnismäßig rasch ab, was bei der Kost-

spieligkeit großer Riemen von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist.

Was die geschränkten Riementriebe anlangt (Abb. 89), so ist zu beachten, daß bei gegebenen Lagen der Scheiben eine Bewegungsübertragung nur in einem Drehsinne möglich ist, und zwar so, daß das auf eine der beiden Scheiben auflaufende Trum dies in der Mittelebene derjenigen Scheibe tut, auf welche es aufläuft. Das von der Scheibe ablaufende Trum kann in irgendeiner Richtung von der Scheibe ablaufen. Es ist also z. B. in Abb. 89 nur die durch den Pfeil angegebene Drehrichtung möglich, bei der entgegengesetzten Drehrichtung würde der Riemen von den Scheiben herunterfallen. Daß dem so sein muß, ergibt sich aus Betrachtung der Abb. 90. Bei Bewegung des Riemens in der Pfeilrichtung *a* würden alle Teile des sich der Scheibe nähernden Riemens das Bestreben haben, sich in den durch die Pfeile angedeuteten Richtungen, also, wie man sieht, von der Scheibe herunter zu bewegen; bei der durch Pfeil *b* angegebenen Drehrichtung tritt das nicht ein.

Spannrollen. Bei der Mehrzahl der Riementriebe fanden bisher immer nur zwei Scheiben Verwendung, eine treibende und eine getriebene Scheibe, wobei die Reibung zwischen Riemenscheibe und Scheibe dadurch hervorgebracht wurde, daß der Riemen schon mit einer gewissen Spannung auf die Scheiben aufgelegt wurde. In neuerer Zeit beginnt die Verwendung von Spannrollen *c* (Abb. 91) Bedeutung zu erlangen, eine Anordnung, deren Wirkungsweise aus der Abbildung hinreichend verständlich sein dürfte. Der Vorteil solcher Spannrollen kann ein mannigfaltiger sein. Handelt es sich z. B. um Scheibendurchmesser *a* und *b*, deren Größen sehr

wesentlich voneinander abweichen, also bei starken Übersetzungen, so würde der Riemen auf der kleinen Scheibe auf einem so kleinen Umfange aufliegen, daß es schwer wäre, die zum Betriebe nötige Reibung allein durch Anspannen des Riemens zu erzeugen. Aus der Abbildung ist leicht ersichtlich, daß durch Anwendung einer Spannrolle *c* diesem Uebelstande abgeholfen, der Umschlingungswinkel auf der kleinen Scheibe also vergrößert werden kann. Die Spannrolle hat aber auch noch den weiteren Vorteil, daß man durch sie dem Riemen immer genau die Spannung geben kann, die für den Betrieb notwendig ist. Hat sich durch langandauernden Betrieb der Riemen etwas gelängt, so braucht man ihn nicht sofort zu verkürzen, was immer mit Betriebsstörungen und Kosten verbunden ist, sondern kann durch Nachstellen der Spannrolle die zum Betriebe nötige Spannung wieder erzeugen. Außerdem kann man bei Betriebsunterbrechungen durch Nachlassen der Spannrolle den Riemen entlasten, was für die Erhaltung der Riemenelastizität von Vorteil ist.

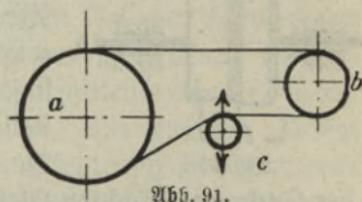


Abb. 91.

Los- und Festscheiben. Bei den bisher besprochenen Anordnungen des Riementriebes war immer nur von Scheiben die Rede, die auf der betreffenden Welle befestigt waren. Es gibt jedoch auch Fälle, in denen Riemenscheiben Verwendung finden, die nicht auf der Welle befestigt sind, sondern nur lose auf ihr aufsitzen und sich um die z. B. feststehende Welle drehen können. Man nennt sie daher auch **Losscheiben** im Gegensatz zu der erstgenannten Gattung, welche als **Festscheiben** bezeichnet werden:

Der Zweck der Anwendung solcher Losscheiben kann ein mannigfaltiger sein. So können sie z. B. dazu dienen, eine Nebenwelle *b* (Abb. 92 a. f. S.) von einer Hauptwelle *a* aus zeitweise in Umdrehung zu versetzen und dann wieder stillzusetzen. Zu diesem Zwecke befinden sich auf der Nebenwelle *b* dicht nebeneinander eine Festscheibe *F* und eine Losscheibe *L*, während sich auf der Hauptwelle *a* eine (natürlich festsetzende) Riemenscheibe befindet, deren Breite mindestens ebenso groß ist, wie die der beiden anderen Riemenscheiben zusammengenommen. Liegt der Riemen in der in der Abbildung gezeichneten Stellung, so wird die Welle *b* von der sich ständig drehenden Welle *a* mitgenommen. Schiebt man dagegen den Riemen nach rechts herüber, so daß er bei der getriebenen Welle *b* auf der Los-

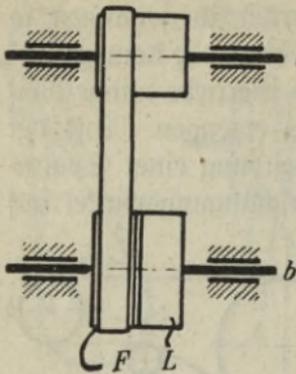


Abb. 92.

scheibe aufliegt, so dreht sich eben nur die lose sitzende Scheibe L auf der Welle b, während die Welle b selbst stehen bleibt.

Ein solches Hinüberücken des Riemens von einer Stellung in die andere ist in bequemer Weise nur ausführbar, wenn der Riemen selbst in Bewegung ist. Abb. 93 zeigt eine solche Vorrichtung dazu, einen sogenannten „Riemenaustrücker“. F und L stellen eine Fest- und eine Losscheibe dar, die auf einer kleinen in diesem Falle an

der Decke angebrachten Welle sitzen. Da diese kleine Hilfswelle dazu bestimmt ist, vermittelt der Riemenscheibe R wiederum irgendeine andere Welle oder eine Maschine (Drehbank, Bohrmaschine usw.) anzutreiben, so daß also die Hilfswelle gewissermaßen jener anderen Maschine vorgelagert ist, nennt man eine solche Hilfswelle mit den darauf sitzenden Scheiben ein Vorgelege. Man erkennt aus der Abbildung, wie durch Ziehen oder durch Stoßen an dem herunterhängenden Handgriff eine auf einer Stange sitzende Gabel hin und her geschoben werden kann, welche ihrerseits den zwischen ihren Zinken laufenden, von der Hauptwelle kommenden Riemen von der einen Scheibe auf die andere hinüberschiebt. Es läßt sich wohl ohne Schwierigkeit einsehen, daß dies unmöglich wäre, wenn der Riemen stillsteht, denn in diesem Falle würde eben der Riemen nur an der Stelle, wo sich die Gabel befindet, nach rechts oder nach links etwas hinübergezerrt werden, während im anderen Falle der in

Bewegung befindliche Riemen infolge des von der Gabel ausgeübten seitlichen Druckes allmählich seiner ganzen Länge nach in die neue Lage übergeht.

Daraus folgt nun aber der wichtige Satz,

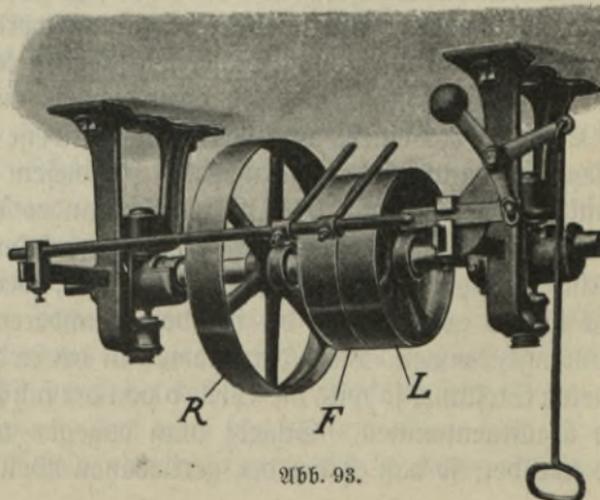


Abb. 93.

daß eine Losscheibe niemals auf der treibenden Welle (z. B. a Abb. 92) sitzen darf. Denn wäre dies der Fall, so würde der Riemen, wenn er auf die Losscheibe käme, stillstehen und sein Zurückbringen auf die feste Scheibe wäre nur in sehr umständlicher Weise möglich.

Wendegetriebe. Einen weiteren wichtigen Fall der Anwendung von Losscheiben stellt Abb. 94 dar. Auf der getriebenen Welle b sitzen fünf Riemenscheiben, von denen nur die mittlere eine Festscheibe ist, während die übrigen Losscheiben sind. Die auf der ständig sich drehenden Hauptwelle a befindliche Riemenscheibe ist wieder so breit, wie die fünf anderen Riemenscheiben zusammengenommen. Nun befinden sich auf diesen Scheiben um die Breite zweier Scheiben voneinander entfernt zwei Riemen R und R_1 , von denen der Riemen R ein offener, der Riemen R_1 dagegen ein gekreuzter ist. In der in der Abbildung gezeichneten Stellung (R und R_1 sind nur schematisch gezeichnet) steht die Welle b still, da beide Riemen auf Losscheiben laufen. Schiebt man beide Riemen in ähnlicher Weise, wie dies oben die Abb. 93 zeigte, gleichzeitig nach rechts, so kommt der offene Riemen auf die Festscheibe: die Welle b dreht sich in gleicher Richtung um wie die Welle a. Schiebt man die beiden Riemen wieder in die Anfangsstellung (wie in der Abbildung angegeben), so steht b wieder still; schiebt man jetzt beide Riemen um eine Scheibenbreite nach links, so kommt der gekreuzte Riemen auf die Festscheibe F, die Welle b dreht sich in entgegengesetzter Richtung wie die Welle a. Mit anderen Worten: die Einrichtung gestattet von einer sich ständig in ein und derselben Richtung um-

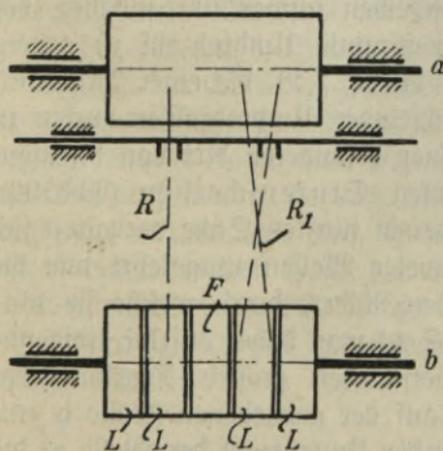


Abb. 94.

drehenden Welle a eine andere Welle b zeitweise in Umdrehung zu versetzen, und zwar so, daß sie bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung umläuft. Vorrichtungen dieser und ähnlicher Art nennt man Wendegetriebe.

Zum Zwecke billigerer Herstellung werden die zu beiden Seiten der Festscheibe sitzenden Losscheiben meist als je eine Scheibe von doppelter Breite

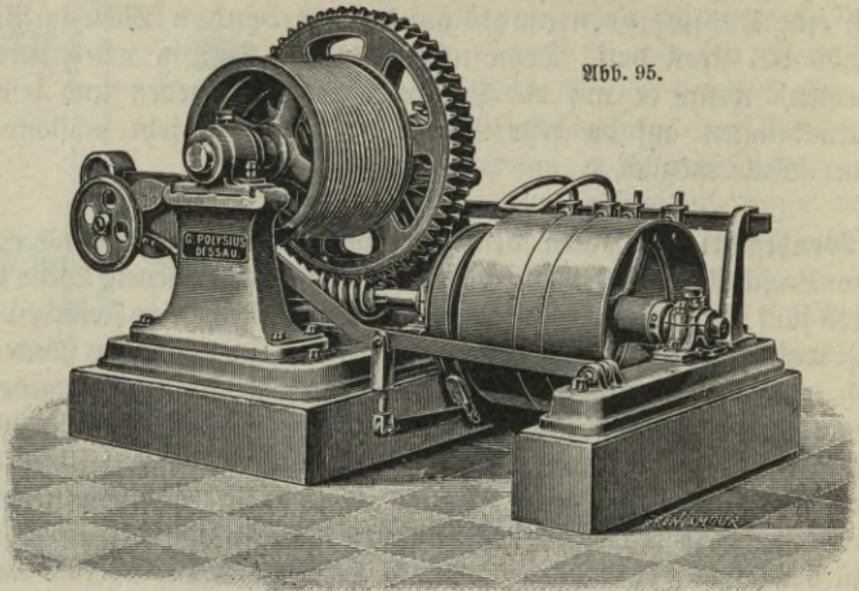
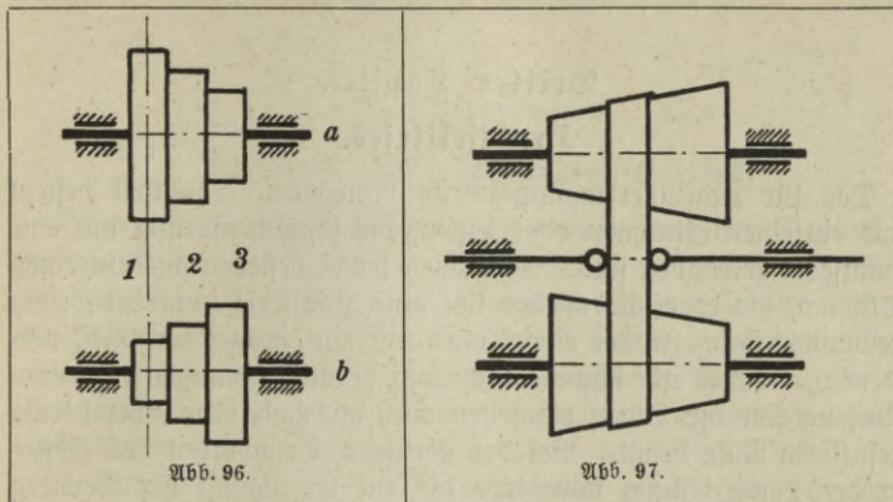


Abb. 95.

ausgeführt. Abb. 95 zeigt eine solche Ausführung (von G. Polysius, Dessau) in Verbindung mit einem Schneckenradgetriebe zum Betriebe eines Aufzuges. Man erkennt in der Mitte die schmale Festscheibe, zu deren beiden Seiten doppelt so breite Losscheiben sitzen. Die über den Scheiben sichtbare Gabel führt den offenen Riemen, während die den gekreuzten Riemen führende Gabel sich in der Abbildung hinter den Scheiben und unterhalb von ihnen befindet.

Stufenscheiben. Unter der Voraussetzung, daß die treibende Welle eine unveränderliche Umdrehzahl hatte, war es vermittels der bisher besprochenen Riemenscheiben immer nur möglich, der getriebenen Welle eine einzige bestimmte Umdrehzahl zu geben. Liegt nun die Aufgabe vor, eine Welle, z. B. die einer Drehbank, einer Bohrmaschine usw. mit wechselnden Umdrehzahlen laufen zu lassen, so kann man sich dazu einer besonderen Art von Riemenscheiben bedienen, der sogenannten Stufenscheiben (Abb. 96). Nach dem auf S. 35 ausgesprochenen fünften Satze verhalten sich die minutlichen Umdrehzahlen zweier Wellen umgekehrt wie die Halbmesser der auf ihnen sitzenden Räder, durch welche sie miteinander in Verbindung stehen. Setzt man daher auf die treibende Welle a Riemenscheiben mit verschieden großen Durchmessern, denen geeignete Riemenscheiben auf der getriebenen Welle b entsprechen, so wird (bei gleichbleibender Umlaufzahl der Welle a) die



Welle b offenbar die größte minutliche Umdrehzahl dann erhalten, wenn der Riemen in der Stellung 1 steht, die geringste Umdrehzahl dann, wenn der Riemen in Stellung 3 steht usw.

Damit nun für alle drei Stellungen immer derselbe Riemen verwendet werden kann, muß die Summe der Scheibenhalfmesser $1_a + 1_b = 2_a + 2_b = 3_a + 3_b$ sein.

Mathematisch genau stimmt diese Beziehung allerdings nur für gekreuzte Riemen, für offene Riemen dagegen, wie eine hier nicht durchführbare Rechnung ergibt, nur mit einer für die meisten Fälle genügenden Annäherung.

Der Einfachheit wegen werden die zu dem genannten Zwecke bestimmten auf einer Welle sitzenden Riemenscheiben aus einem Stück hergestellt und erhalten dann, wie erwähnt, den Namen Stufenscheiben. Die Zahl der Stufen beträgt in vielen Fällen 3, steigt aber bis auf 4—5 und mehr Stufen. Der Wechsel in der Umdrehzahl der Welle b geschieht dabei aber immer sprungweise. Ist das unzulässig oder soll eine viel größere Zahl von Abstufungen unendlich groß machen dadurch, daß die Riemenscheiben kegelförmig ausgeführt werden, wie Abb. 97 darstellt. Es ist darauf zu achten, daß in einem solchen Falle der Riemen ständig etwa durch eine Gabel (ähnlich wie in Abb. 93 auf S. 54) geführt sein muß, da er sonst natürlich nicht in der ihm einmal erteilten Stellung stehen bleiben würde.

Drittes Kapitel.

Drahtseiltrieb.

Das für Kraftübertragungszwecke verwendete Drahtseil besteht aus einzelnen Strähnen oder Litzen, die schraubenförmig um eine Hanfseele gewunden sind. Die Litzen selber bestehen aus einzelnen Drähten, die ebenfalls wieder um eine Hanfseele schraubenförmig gewunden sind. In der Regel wird nur ein einziges Drahtseil verwendet, welches um schmale Scheiben herumgeschlungen ist, deren Umfang eine mit Leder, bisweilen auch mit Holz oder Guttapercha gefütterte Rille besitzt. Bei der geringen Dehnbarkeit des Seiles in der Längsrichtung kann hier die zur Erzeugung der Reibung zwischen Seil und Scheibe erforderliche Spannung nur durch Benützung des Eigengewichtes des Seiles hervorgebracht werden. Daraus folgt, daß zur Anwendung des Drahtseiltriebes ein gewisser Mindestabstand der Wellen erforderlich ist, der etwa 16—20 m beträgt, eine Entfernung, bei der die Kraftübertragung durch Riemen nicht mehr zweckmäßig ist.

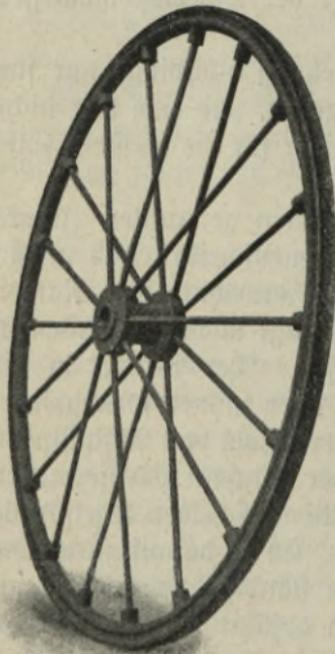


Abb. 98.

Die größte Achsenentfernung kann bis zu 100 m und darüber betragen. Da aber eine Kraftübertragung auf größere Entfernung in neuerer Zeit besser und einfacher auf elektrischem Wege geschieht, werden Drahtseiltriebe zur Kraftübertragung heute nur noch selten verwendet. Gekreuzter oder geschränkter Betrieb sowie Übersetzungen ins Langsame oder Rasche sind bei Drahtseiltrieb unzulässig. Die beiden Wellen sollen außerdem möglichst in ein und derselben wagerechten Ebene liegen. Abb. 98 zeigt eine Scheibe für Drahtseiltrieb, Abb. 99 den Querschnitt der mit Leder ausgefüllten Rille dieser Scheibe.



Abb. 99.

Viertes Kapitel.

Hanfseil- und Baumwollseiltrieb.

Allgemeines. Die Kraftübertragung durch Hanf- oder Baumwollseile stellt einen Ersatz für Riementriebe dar. Die Übertragung geschieht hier durch eine größere Anzahl von Seilen, welche nebeneinander auf den mit entsprechenden Rillen versehenen Scheiben angeordnet sind. Dies hat gegenüber dem Riementrieb mancherlei Vorteile; zunächst den Vorteil der größeren Betriebsicherheit, da selbst bei Schadhastwerden eines oder mehrerer Seile der Betrieb meist noch mit den übrigbleibenden Seilen aufrecht erhalten werden kann; ferner ist es möglich, von einer treibenden Scheibe *a* aus mehrere, z. B. in verschiedenen Stockwerken liegende Scheiben *b* anzutreiben, eine Anordnung (Abb. 100), von welcher z. B. in großen Spinnereien häufig Gebrauch gemacht wird. Abb. 101 zeigt eine solche Ausführung mit Hanfseilen der A.-G. für Seilindustrie vorm. Ferd. Wolff in Mannheim-Neckarau. Man erkennt vorn das große als Seilscheibe ausgebildete Schwungrad einer Dampfmaschine, von welcher drei in verschiedenen Stockwerken liegende Wellen angetrieben werden. Die Reibung zwischen Scheibe und Seil wird hier ähnlich wie beim Riementrieb dadurch hervorgebracht, daß das Seil mit Spannung auf die Seilscheibe aufgelegt wird. Gekreuzter Betrieb wird selten angewendet, dagegen ist hier die Anwendung einer Übersetzung in mäßigen Grenzen sehr häufig. Die Seile sind etwa 30—50 mm stark und bestehen ähnlich wie die Drahtseile aus Litzen (in der Regel drei), welche aus einer größeren Zahl schraubenförmig gewundener Fäden zusammengesetzt sind. Baumwollseile sind etwas biegsamer als Hanfseile, können also um kleinere Scheiben herumgeschlungen werden.

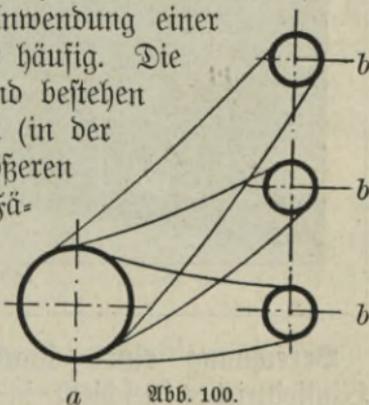


Abb. 100.

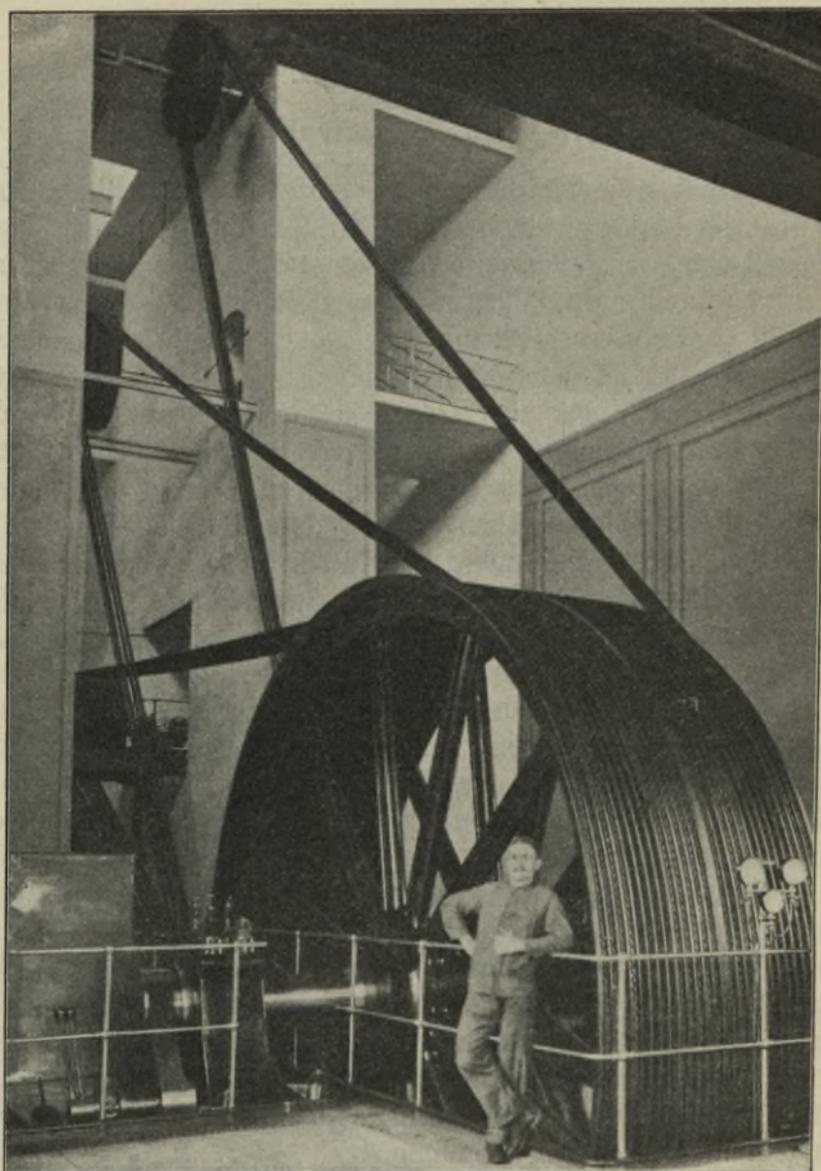
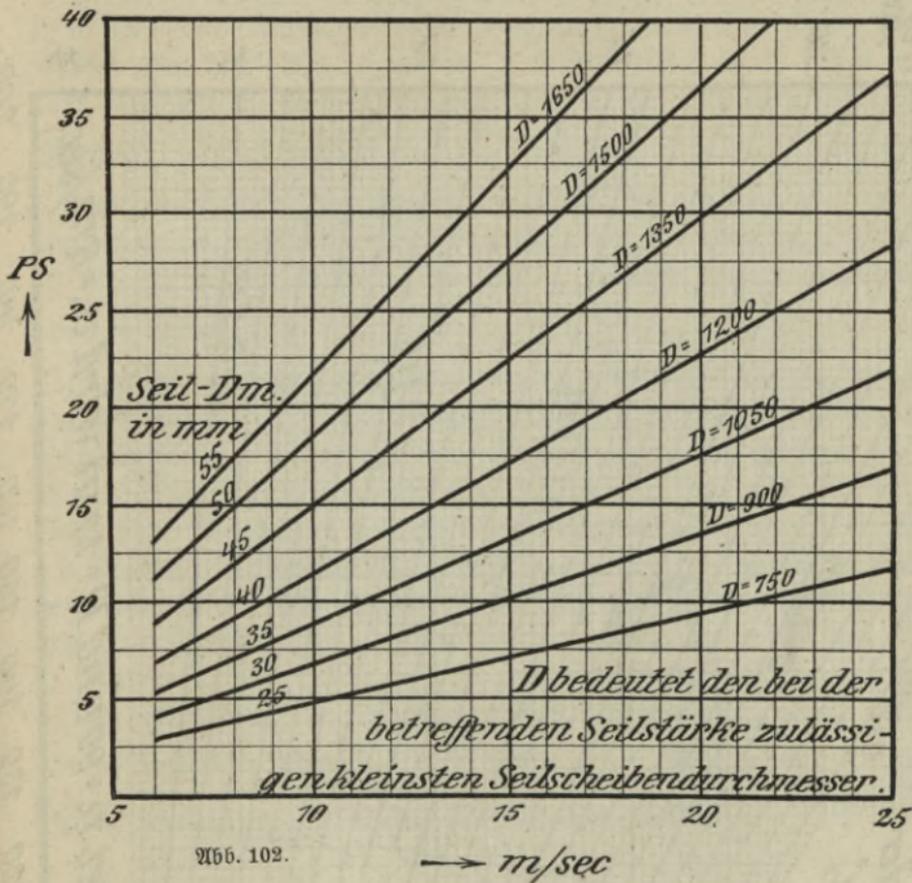


Abb. 101.

Berechnung eines Hanseiltriebes. Die Berechnung eines Hanseiltriebes geschieht in der Praxis meist an der Hand von Tabellen, welche von Firmen herausgegeben werden, die sich mit der Herstellung solcher Kraftübertragungen befassen. Besonders einfach wird diese Berechnung, wenn man eine solche Tabelle zeichnerisch darstellt, wie dies in Abb. 102 geschehen ist, welche in

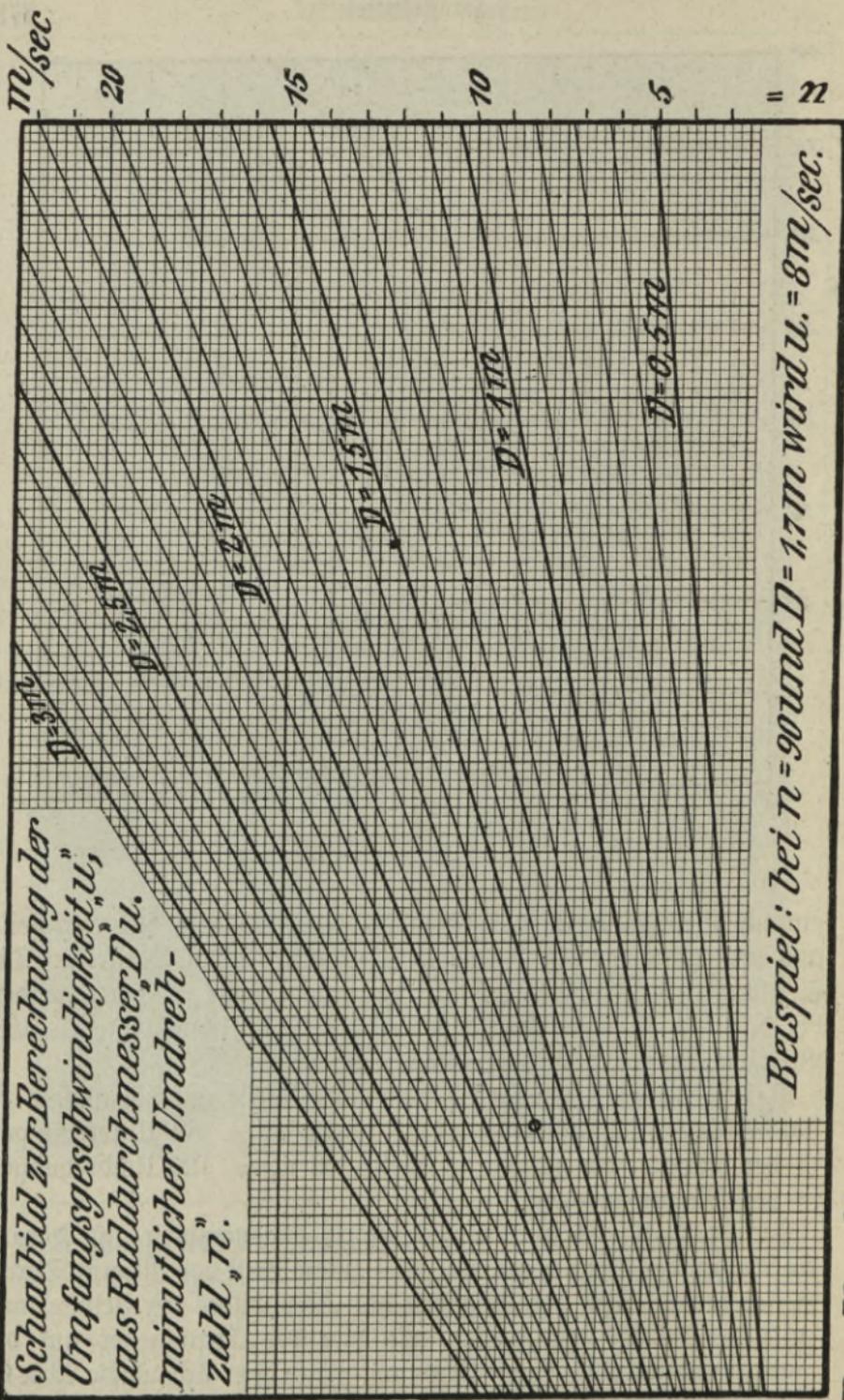


einfachen Schaulinien die Angaben einer Tabelle für Hanfseile aus dem Kataloge der Firma C. Polysius, Dessau, darstellt. Die Senkrechten stellen die Anzahl der von einem Seile zu übertragenden PS dar, die Wagerechten dagegen die Seilgeschwindigkeit. Ein Beispiel wird die Sache erläutern:

Beispiel. Es seien 60 PS von einer Welle auf die andere zu übertragen. Die treibende Welle mache $n_1 = 80$ Umdrehungen in der Minute, die getriebene Welle soll $n_2 = 120$ Umdrehungen in der Minute machen.

Erster Fall: Es wird die Seilstärke angenommen und daraus die Anzahl der Seile berechnet. Bei einem Seil von 40 mm Durchmesser beträgt nach den Angaben des Schaubildes der kleinste noch zulässige Scheibendurchmesser, also hier der Durchmesser auf der getriebenen Scheibe, $D_2 = 1200$ mm. Nach dem Schaubilde Abb. 62 entspricht einem Durchmesser von 1,2 m bei 120 Umdrehungen

Schaubild zur Berechnung der
 Umfangsgeschwindigkeit u ,
 aus Raddurchmesser D u.
 minutlicher Umdreh-
 zahl, n .



Beispiel: bei $n=90$ und $D=1.7m$ wird $u.=8m/\text{sec}$.

$n = 70$ 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200

i. d. M. eine Umfangs- (und demgemäß auch eine Seil-) Geschwindigkeit von etwa 7,5 m/sec. Aus Abb. 102 a. S. 61 ergibt sich aber, daß bei 7,5 m/sec ein Seil von 40 mm Durchmesser 9 PS überträgt, folglich braucht man $\frac{60}{9} = 6,66 = 7$ Seile.

Zweiter Fall: Die Anzahl der Seile ist gegeben oder wird angenommen; es soll die Stärke der Seile gefunden werden. Sollen 60 PS übertragen werden und soll z. B. die Anzahl der Seile etwa 8 betragen, so muß also ein Seil $\frac{60}{8} = 7,5$ PS übertragen.

Dies ergibt nach dem Schaubilde Abb. 102 entweder Seile von 40 mm Durchmesser bei 6,5 m/sec Seilgeschwindigkeit, oder Seile von 35 mm Durchmesser bei 8,5 m/sec Seilgeschwindigkeit usw. Versucht man es zunächst mit Seilen von 35 mm Durchmesser, so ergibt nach dem Schaubilde Abb. 103 eine Seilgeschwindigkeit von 9 m bei 120 Umdr. i. d. M. einen Seilscheibendurchmesser von etwa 1,4 m, und da nach dem Schaubilde Abb. 102 bei einem Seile von 35 mm Durchmesser der geringste Seilscheibendurchmesser nur 1050 mm zu sein braucht, so würden wir die Seile von 35 mm beibehalten.

Die Berechnung würde also ergeben für Fall 1: 7 Seile von 45 mm Dm; $D_2 = 1200$ mm; $D_1 = 1200 \cdot \frac{120}{80} = 1800$ mm. Für Fall 2: 8 Seile von 35 mm Dm; $D_2 = 1400$ mm; $D_1 = 1400 \cdot \frac{120}{80} = 2100$ mm.

Vierter Abschnitt.

Maschinenteile zur Umänderung einer geradlinigen in eine kreisförmige Bewegung und umgekehrt. (Kurbelgetriebe.)

Zu den Maschinenteilen, welche dazu dienen, eine geradlinige Bewegung in eine kreisförmige umzuwandeln und umgekehrt, gehören im wesentlichen diejenigen Teile, deren Namen in der Gerippfzisse einer Dampfmaschine (Abb. 104 a. f. S.) eingetragen sind.

• Erstes Kapitel.

Zylinder.

Unter Zylinder versteht man in diesem Zusammenhange einen Maschinenteil von meist kurzer, rohrartiger Form, in welchem sich ein Kolben bewegt. Zweck des Zylinders ist, entweder den Druck

entsteht nämlich durch die im Inneren des Zylinders fortwährend erfolgenden Gasexplosionen eine so hohe Temperatur, daß der Zylinder diesen Temperaturen nicht standhalten könnte, wenn er nicht energisch durch Wasser gekühlt würde. Der durch die doppelten Wandungen entstehende Zwischenraum wird also dazu benützt, um Kühlwasser hindurchzuleiten und so die Temperatur der Zylinderwandungen in mäßigen Grenzen zu halten.

Zweites Kapitel.

Kolben.

Allgemeines. Der Zweck der Kolben wurde bereits oben bei den Zylindern besprochen. Sie können entweder dazu dienen, eine im Zylinder vorhandene Pressung als Arbeit nach außen hin abzugeben (Kraftmaschinen), oder aber eine von außen auf sie übertragene Arbeit in eine Drucksteigerung einer im Zylinder eingeschlossenen Flüssigkeit umzuwandeln (Pumpen, Kompressoren).

Da der Kolben sich längs der ruhenden Zylinderwandungen bewegen soll, ohne einen Druckausgleich zwischen den beiden Kolbenseiten zuzulassen, muß zwischen Zylinderwandung und Kolbenoberfläche eine Abdichtung, oder wie der technische Ausdruck lautet, eine Liderung vorhanden sein. Je nachdem nun die Liderung sich an dem einen oder an dem anderen dieser beiden Maschinenteile befindet, unterscheidet man zwei wichtige Arten von Kolben, nämlich

1. Scheibenkolben, wenn die Liderung sich an dem Kolben befindet und
2. Tauchkolben (in der Praxis leider immer noch häufig mit dem halbenglischen Namen Plunger bezeichnet), wenn die Liderung an der Zylinderwandung angebracht ist.

Scheibenkolben. Die Liderung der Scheibenkolben bestand früher stets aus weichen Stoffen, wie Leder, Hanf, Baumwolle, Holz und dergleichen. Heutzutage werden Kolben mit derartiger Dichtung nur noch selten und meist nur zu untergeordneten Zwecken ausgeführt. Statt dessen findet sich immer häufiger die sogenannte Metallliderung, die sich vor jener eben erwähnten Art der Abdichtung durch weiche Stoffe schon durch größere Haltbarkeit auszeichnet. Die einfachste Art der Metallliderung besteht offenbar darin, daß ein Metallkolben genau in den zugehörigen Zylinder

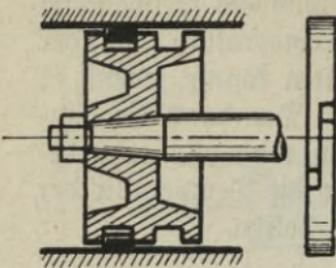


Abb. 107.

eingeschliffen ist. Derartige Kolben haben zwar den Vorteil großer Einfachheit, sie haben aber auch, wie leicht ersichtlich, den Nachteil, daß sie sich bei häufigem Gebrauche mit der Zeit abnutzen und dann durch ganz neue Kolben ersetzt werden müssen. Weit häufiger ist daher eine andere Art der Metallliderung, deren Wesen darin besteht, daß in dem Umfange des

Kolbens eine Anzahl Ringe aus verhältnismäßig weichem Metall (in der Regel aus weichem, zähem Gußeisen) eingelassen sind, die durch irgendeine Federkraft an die Wandungen des Zylinders angedrückt werden. Am einfachsten kommt diese Federkraft dadurch zustande, daß man die Ringe selbstfedernd ausführt. Abb. 107 zeigt einen solchen Scheibenkolben mit zwei selbstspannenden Kolbenringen (ein Ring ist in der Abbildung herausgenommen). In den Vertiefungen des Kolbenumfanges sitzen, genau eingespannt, Ringe, deren Enden so gestaltet sind, wie es die kleine Nebenabbildung zeigt. Der Durchmesser der Ringe ist so groß gewählt, daß sie stark zusammengedrückt werden müssen, wenn der Kolben in den Zylinder hineingebracht wird. Im Zylinder drinnen werden sie sich durch die eigene Federkraft wieder auseinanderpreizen und somit dicht an den Zylinderwandungen anliegen.

Es ist klar, daß erstens einmal die Ringe auch in den Nuten des Kolbenumfanges dicht anliegen müssen und ferner, daß die Trennungsfuge der einzelnen Ringe (deren Zahl oft 4 bis 5 und noch mehr beträgt) stets gegen die des folgenden Ringes versetzt sein muß, damit nicht durch diese Trennungsfuge hindurch ein Druckausgleich zwischen den beiden Kolbenseiten stattfindet.

Über eine besondere Art der Metallliderung, die sogenannte Labyrinthdichtung siehe S. 70.

Tauchkolben. Die Gerippfskizze einer Pumpe mit Tauchkolben zeigt Abb. 108. Hier besteht also der Kolben aus einem äußerlich glatten Zylinder und bewegt sich in einem anderen Zylinder, der nicht wie beim Scheibenkolben auf seiner ganzen Länge sorgfältig ausgedreht zu sein braucht. Die Abdichtung oder Liderung

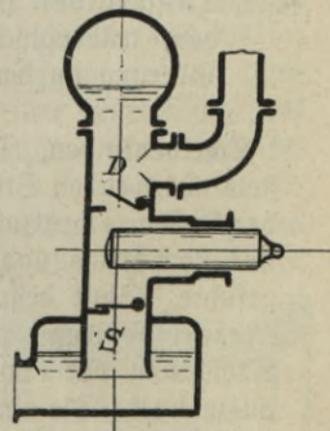
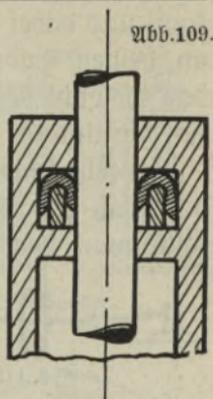


Abb. 108.

ist hier also am Zylinder angebracht und besteht in der Regel aus weichen Stoffen (Leder, Hanf, Baumwolle u. dgl.), nur in seltneren Fällen aus Metall, ähnlich wie bei den Scheibenkolben. Über die Form derartiger Dichtungen, die in ihrem Wesen mit den sogenannten Stopfbüchsen übereinstimmen, wird später bei Besprechung der Stopfbüchsen näheres erwähnt werden.

Eine besondere, bei Tauchkolben für hohe Drücke (z. B. bei Presspumpen) angewendete Art der Abdichtung stellt Abb. 109 dar. In einer Höhlung des Zylinders ist eine Ledermanschette entsprechend gelagert. Der in der Abbildung von unten kommende, in dem Zylinder erzeugte Druck preßt die schon durch ihre eigene Elastizität anliegende Manschette sowohl an die Wandungen des Hohlraumes, als auch an die Wandungen des Tauchkolbens, und zwar mit um so größerer Kraft, je höher der Druck steigt. Für lange andauernden ununterbrochenen Betrieb ist diese Art der Abdichtung wegen der starken Abnützung des Leders nicht zweckmäßig.



Drittes Kapitel.

Kolbenstangen.

Die Kolbenstangen haben die Aufgabe, den im Zylinder erzeugten Druck von dem Kolben nach außen zu übertragen oder umgekehrt. Bei kleineren Maschinen ist die Anordnung in der Regel so, wie in Abb. 105 auf S. 64 angedeutet, das heißt die Kolbenstange ist nur durch den einen Zylinderdeckel hindurchgeführt. Bei größeren Maschinen setzt sich die Kolbenstange auch jenseits des Kolbens durch den hinteren Zylinderdeckel fort, da auf diese Weise der Kolben eine bessere Führung erhält, was namentlich dann von Wichtigkeit ist, wenn bei größeren Zylinderdurchmessern die Auflagerfläche des Kolbens verhältnismäßig schmal ist. Bei ganz großen Maschinen, wo das Gewicht der Kolben manchmal einige tausend Kilogramm beträgt, würde bei liegend angeordneten Zylindern die untere Seite des Zylinders infolge des großen Kolbengewichtes sich besonders stark abnützen, der Zylinder also unrund werden. Diesen Übelstand vermeidet man dadurch, daß man die Kolbenstange außerhalb des Zylinders an beiden Enden in sogenannten Kreuzköpfen lagert (man spricht dann von einem vorderen und einem hinteren Kreuz-

kopf) und dabei die Kolbenstange so kräftig ausführt, daß sie, wie ein an beiden Enden gelagerter und in der Mitte belasteter Balken das Gewicht des Kolbens trägt, welches nun nicht mehr ausschließlich die untere Zylinderwandung belastet.

Bei sehr schweren Kolben läge nun allerdings wieder die Gefahr vor, daß sich die Kolbenstange in der Mitte durchbiegen würde, falls man den Durchmesser der Stange nicht unverhältnismäßig



Abb. 110.

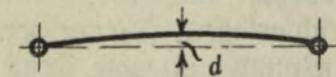


Abb. 111.

stark ausführen wollte. Diesen Übelstand vermeidet man durch eine eigentümliche Art der Herstellung: Es sei (Abb. 110) S eine Kolbenstange, welche, durch den in ihrer Mitte aufliegenden Kolben belastet, sich in der Mitte um das Stück d durchbiegt. Führt man (Abb. 111)

statt dieser Stange eine Kolbenstange aus, welche, ebenso stark wie die vorige, in unbelastetem Zustande um das Stück d nach oben durchgebogen ist, so ist klar, daß, nachdem der Kolben auf die Stange aufgebracht ist, die Achse der Stange jetzt genau wagerecht liegt, so daß also, auch bei mäßiger Dicke der Kolbenstange, der Kolben ohne jede Durchbiegung von der Stange getragen wird, die Zylinderwandung also fast vollständig entlastet wird. Übrigens werden dicke Kolbenstangen meist der ganzen Länge nach durchbohrt, teils aus denselben Gründen, die auf S. 18 bei den Achsen angegeben wurden, teils auch schon deshalb, weil z. B. bei großen Gasmaschinen auch die Kolben innen mit Wasser gekühlt werden, wobei das Kühlwasser durch die hohle Kolbenstange zu- und abgeleitet wird.

Viertes Kapitel.

Stopfbüchsen.

Wie aus den früheren Erörterungen hervorgeht, muß die hin und her gehende Kolbenstange durch die ruhende Zylinderwandung hindurchgehen, ohne daß dadurch eine im Zylinder enthaltene hochgespannte Flüssigkeit an dieser Durchdringungsstelle nach außen entweicht. Es muß also hier wiederum eine Viderung vorhanden sein, welche man zusammen mit dem sie umgebenden Gehäuse als Stopfbüchse zu bezeichnen pflegt.

Abb. 112 stellt eine solche Stopfbüchse dar. Sie besteht im wesentlichen zunächst aus der eigentlichen Stopfbüchse oder dem Stopfbüchsegehäuse a, welches auf dem Zylinderdeckel befestigt oder mit

ihm gleich zusammengegoßen ist. In dieses Gehäuse läßt sich durch Schrauben hinein-drücken die Stopfbüchsenbrille B, so genannt, weil ihre Form, von oben gesehen (Abb. 112 unten), bisweilen mit einer Brille gewisse Ähnlichkeit hat. In dem Gehäuse befindet sich ferner, die Kolbenstange umgebend, die Packung P, welche die oben erwähnte Lide-rung darstellt. Der Stoff, aus dem diese (in der Abbildung nicht mit gezeichnete) Packung besteht, bildet ein Hauptunter-scheidungsmerkmal für die einzelnen Arten von Stopfbüchsen. Früher bestand die Packung ausschließlich aus weichen Stoffen, Hanf, Baumwolle, Leder usw. Die Wirkung war dann die, daß beim Hineindrücken der Brille durch Anziehen der Schrauben die Packung fester zusammengedrückt wurde. Sie legte sich dadurch sowohl an die Wandungen der Büchse, wie an die Stange fester an und brachte auf diese Weise die gewünschte Abdichtung zustande.

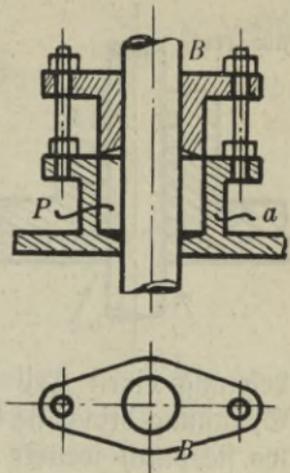


Abb. 112.

In neuerer Zeit, wo z. B. bei Wärmekraftmaschinen die Stopf-büchsen sehr hohe Temperaturen auszuhalten haben, ist man dazu übergegangen, die genannten Stoffe, welche in kürzester Zeit ver-brannt sein würden, durch Metallringe zu ersetzen. Abb. 113 zeigt z. B. eine solche Packung (Howaldt-Packung). In die Büchse sind zweiteilige Ringe eingesetzt, deren eine Seite kegelförmig gestaltet ist. Man erkennt sofort, daß beim Hineindrücken der Brille ein Teil der Ringe an die Stange, der andere Teil an die Wandungen der Büchse angedrückt wird und auf diese Weise eine gute Abdichtung erzielt wird. Die Zahl der Ausführungsformen solcher Metallpackungen ist heute außerordentlich groß.

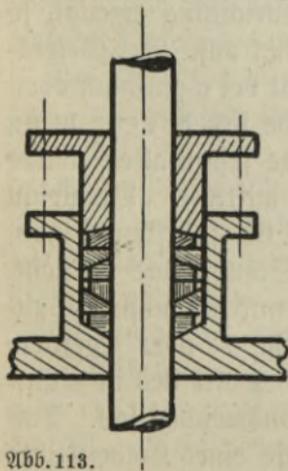
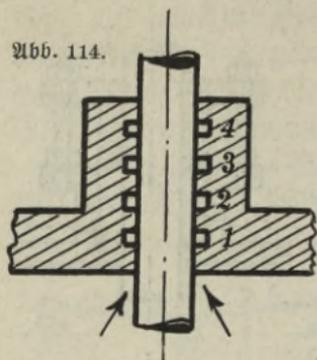


Abb. 113.

Eine besondere, eigentümliche Art der Lide-rung, die bisweilen bei Stopfbüchsen (aber auch z. B. bei Kolben) Verwendung fin-det, ist die sogenannte Labyrinthdichtung (Abb. 114 a. f. S.), welche einfach darin besteht, daß in die genau nach dem Durchmesser der Stange ausgebohrte Höhlung der Stopf-

Abb. 114.



büchse eine Anzahl Kellen (1—4, Abb. 114) eingedreht wird. Die Wirkung ist nun folgende: Die hochgespannte Flüssigkeit (Dampf, Luft, Wasser usw.), die von dem Inneren des Zylinders her durch den sehr engen Zwischenraum zwischen Kolbenstange und Wandung hindurchgedrungen ist, kommt plötzlich in den verhältnismäßig großen ringförmigen Raum 1 und verliert also durch diese plötzliche Ausdehnung einen Teil ihrer Spannung. Mit dieser verringerten Spannung dringt sie vielleicht noch weiter vor bis in den Raum 2, wo sie durch weitere Ausdehnung wieder einen Teil ihrer Spannung verliert usw. Man erkennt, daß die Spannung immer geringer wird, so daß die Flüssigkeit schließlich nicht mehr Kraft genug hat weiter vorzudringen. Die Wirkung dieser Art von Abdichtung wird manchmal dadurch beeinträchtigt, daß die ringförmigen Räume sich mit verdicktem Öle, Schmutz u. dgl. zusetzen und dann natürlich den vorher erwähnten Zweck nicht erfüllen können.

Fünftes Kapitel.

Geradführungen.

Es seien a und b (Abb. 115 u. 116) zwei Stangen, welche dort, wo sie zusammenstoßen (im Punkte c) durch ein Gelenk miteinander verbunden sind. Eine einfache Betrachtung der beiden Abbildungen zeigt dann folgendes: Wird Stab b an seinem rechten Ende gelenkig befestigt und in Stab a ein Druck in der Pfeilrichtung erzeugt, so tritt im Punkte c ein nach unten gerichteter Druck auf. Der Gelenkpunkt c würde sich also senken. Umgekehrt tritt bei c ein nach oben gerichteter Druck auf, der Gelenkpunkt c würde sich heben, wenn (Abb. 116) der Stab a an seinem linken Ende festgehalten würde und in Stab b ein Zug in der Pfeilrichtung aufträte. Vergleicht man die Abb. 115 u. 116 mit Abb. 104 auf S. 64, so erkennt man, daß a die Kolbenstange, b die sogenannte Schubstange vorstellt. Man sieht, daß der Punkt, wo Kolbenstange und Schubstange zusammentreffen, in irgendeiner Weise unterstützt oder „geradgeführt“ werden muß, wenn er nicht je nach der Art des in c auftretenden Druckes nach oben oder nach unten ausweichen soll. Daß aber z. B. bei einer Dampfmaschine im Verlaufe eines Kolbenhubes

tatsächlich beiderlei Drücke im Punkte *c* auftreten können, zeigt folgende Überlegung: Denken wir uns, der Kolben (Abb. 104 a. S. 64) gehe von links nach rechts. Im ersten Teile des Hubes, wo der Dampf mit vollem Drucke auf den Kolben wirkt, wird das auf der Maschinenwelle sitzende Schwungrad vermöge Kurbel und Schubstange dem Dampfdrucke

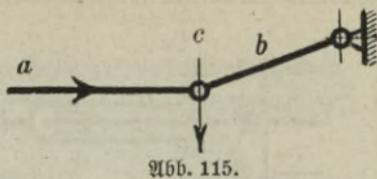


Abb. 115.

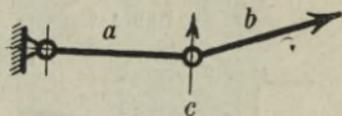


Abb. 116.

einen Widerstand entgegensetzen: wir bekommen die Verhältnisse in Abb. 115. Im letzten Teile des Hubes dagegen wird der Druck des Dampfes, der inzwischen vom Kessel abgesperrt ist und sich im Zylinder weit ausgedehnt hat, seine Spannung also zum größten Teile verloren hat, nicht mehr die Kraft besitzen, das Schwungrad weiter zu drehen. Im Gegenteil: Im letzten Teile des Hubes wirkt das Schwungrad vermittlems Kurbel und Schubstange ziehend auf den Kolben, mit anderen Worten, während des letzten Teiles des Hubes haben wir die Verhältnisse von Abb. 116.

Die Geradföhrung des Punktes *c* kann nun in verschiedener Weise erfolgen. Eine einfache Art ist die, die Kolbenstange zu verlängern (Abb. 117), diese Verlängerung noch einmal durch eine besondere Büchse zu föhren und dann im Punkte *c* die gabelförmig gestaltete Schubstange angreifen zu lassen. (Abb. 117 stellt die Anordnung von oben gesehen dar.) Infolge der bei *c* auftretenden Drücke (vgl. Abb. 115 und 116) wird dann aber die Kolbenstange auf Durchbiegung beansprucht, der Druck pflanzt sich bis in die Stopfbüchse fort, und daher ist diese Art der Geradföhrung nur bei kleinen Maschinen zulässig.

Die Geradföhrung, die bei neuzeitlichen Kraftmaschinen heute fast ausschließlich verwendet wird, ist diejenige durch Kreuzkopf und Gleitbahn (Abb. 118). Der Punkt *c* (Abb. 115) welcher den „Kopf“ der Kolbenstange bildet, ist hier in „krenz“=förmiger Weise ausgebildet, und die beiden Enden des kurzen „krenz“=Balkens bewegen sich auf Gleitbahnen, wodurch also eine sehr vollkommene Art der Geradföhrung erreicht wird.

Auf den ersten Blick scheint manchmal der Kreuzkopf nur eine einseitige Föhrung zu besitzen, da man Anordnungen nach Abb. 119 u. 122 selbst bei sehr großen Maschinen (z. B. Gasmaschinen) nicht selten antrifft. Diese „einseitige“ Föhrung, die nach den Betrachtungen

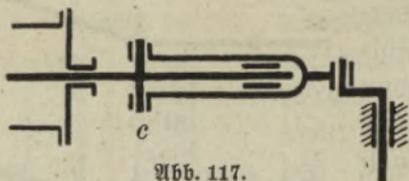


Рис. 117.

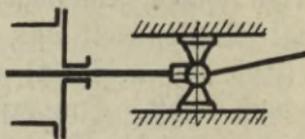


Рис. 118.

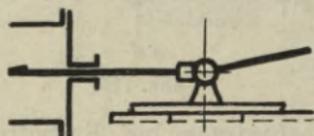


Рис. 119.



Рис. 120.

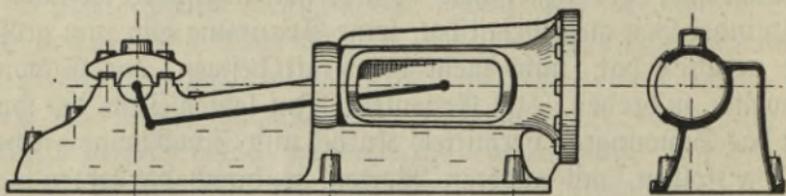


Рис. 121.

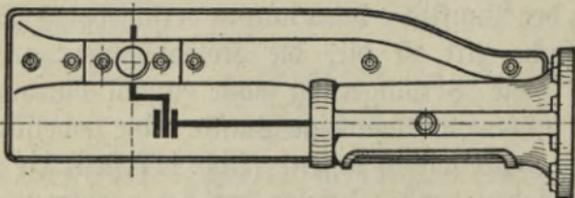
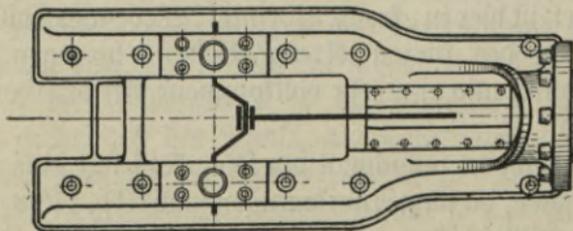
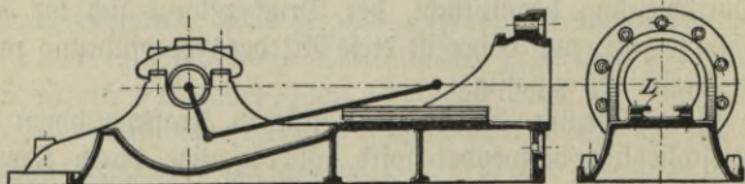


Рис. 122.



an Hand der Abb. 115 u. 116 nicht zulässig wäre, ist auch nur scheinbar eine einseitige. Abb. 120 zeigt, daß die Grundplatte des Kreuzkopfes in diesem Falle verbreitert ist und durch aufgeschraubte Leisten L die nach oben gerichteten Drücke (Abb. 116) aufgenommen werden. (Vgl. auch L in Abb. 122 rechts.)

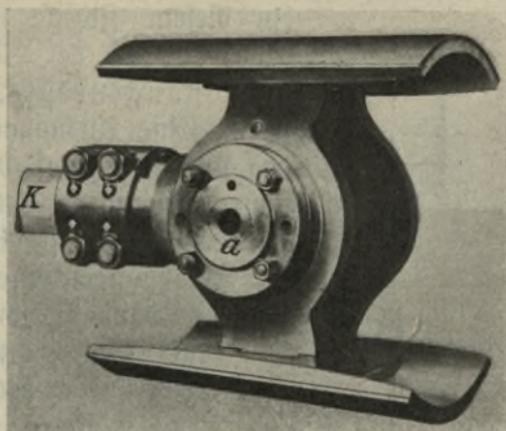


Abb. 123.

Neuzeitliche Ausführungen von Gleitbahnen der eben genannten Art zeigen die beiden Abbildungen 121 und 122. Wie man erkennt, sind hier die Gleitbahnen gleich in Verbindung gebracht mit dem Lager oder mit den Lagern für die Welle der Kraftmaschine. Dies hat bei sorgfältiger Werkstattarbeit den großen Vorteil, daß beim Zusammenbau der Maschine die gegenseitige Lage von Welle, Kurbel, Gleitbahn und Kolbenstange schon durch den Aufbau des ganzen „Rahmens“, wie der Teil dann genannt wird, gesichert ist. Der Rahmen Abb. 121 wird seiner Form wegen auch wohl als Bajonnetrahmen bezeichnet, während Abb. 122 aus leichtverständlichen Gründen mit Gabelrahmen bezeichnet zu werden pflegt.

Einen für einen Bajonnetrahmen bestimmten Kreuzkopf (in einer Ausführung von Haniel u. Lueg in Düsseldorf-Grafenberg) zeigt Abb. 123. K ist noch ein Stück der Kolbenstange, während a der hohle Zapfen ist, an welchem (im Inneren des Kreuzkopfes) die zur Kurbel führende Schubstange angreift. Man erkennt leicht oben und unten die zylindrisch ausgeführten Gleitschuhe, welche auf den ebenfalls zylindrisch ausgedrehten inneren Gleitbahnen des Bajonnetrahmens hin und her gleiten.

Sechstes Kapitel.

Schubstangen.

Die Schubstangen, auch Treibstangen oder Pleuelstangen genannt, haben, wie Abb. 104 a. S. 64 erkennen läßt, die Aufgabe, einen im Kreuzkopfe befestigten und mit ihm hin und her gehenden Zapfen (den Kreuzkopfzapfen) mit dem im Kreise umlaufenden, am Ende der Kurbel befindlichen Zapfen (dem Kurbelzapfen) zu verbinden.

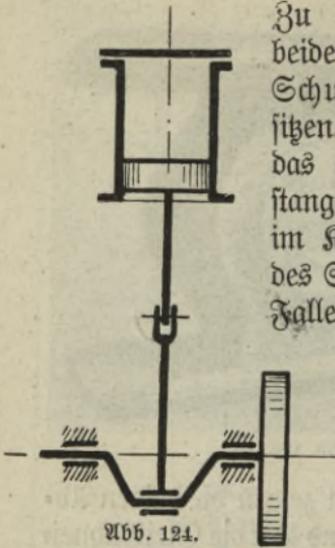


Abb. 124.

Zu diesem Zwecke müssen im allgemeinen die beiden Enden der Schubstange, die sogenannten Schubstangenköpfe, die Form von Lagern besitzen. Eine Ausnahme bildet nur der Fall, daß das am Kreuzkopf befindliche Ende der Schubstange gabelförmig ausgebildet ist und der sonst im Kreuzkopf befindliche Zapfen in der Gabel des Schubstangenkopfes festgemacht ist. In diesem Falle ist dann der mittlere Teil des Kreuzkopfes als Lager ausgebildet, in welchem sich der in der Schubstange befestigte Zapfen drehen kann.

Ihrer Form nach unterscheidet man geschlossene und offene Schubstangenköpfe. Offen nennt man einen Schubstangenkopf dann, wenn er so gebaut ist, daß man ihn auch dann um den zugehörigen Zapfen herumlegen kann, wenn keine Möglichkeit geboten ist, ihn seitlich auf den Zapfen aufzuschieben oder den Zapfen durch ihn hindurchzustecken. Abb. 124 stellt z. B. einen solchen Fall dar. Der Kurbelzapfen befindet sich hier in der Mitte einer Welle, und es ist klar, daß in diesem Falle der Schubstangenkopf zunächst ganz zerlegt werden muß, wenn es möglich sein soll, ihn um den Kurbelzapfen herumzulegen. Abb. 125 zeigt eine Schubstange von Haniel u. Lueg, Düsseldorf, mit einem geschlossenen (links) und einem offenen Kopfe (rechts). Der Kopf a umschließt den in Abb. 123 mit demselben Buchstaben bezeichneten Zapfen im Innern des Kreuzkopfes, während Kopf b an dem Kurbelzapfen einer gekröpften Welle (z. B. T, Abb. 36 auf S. 20) angreift. Gerade so, wie das früher bei den Lagern (S. 25) erwähnt wurde, besitzen die Schubstangenköpfe Lageraschen aus weichem Metall, die sich mit der Zeit abnützen und, um ein Schlottern des Zapfens in dem Lager zu vermeiden, nachgestellt werden müssen.

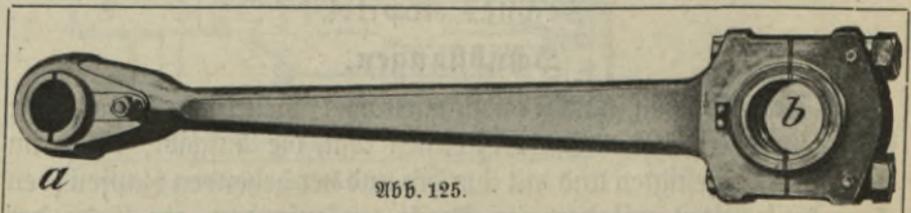


Abb. 125.

Siebentes Kapitel.

Kurbeln.

Bei Kurbeln unterscheidet man (Abb. 126) die auf der Welle *W* sitzende Kurbelnabe *N*, den Kurbelarm *a* und den Kurbelzapfen *Z*. Zunächst wäre zu bemerken, daß sowohl die Befestigung der Kurbelnabe auf der Welle wie auch die Befestigung des Kurbelzapfens in dem Kurbelarme eine außergewöhnlich zuverlässige und sichere sein muß, da sonst, wie leicht einzusehen ist, durch das fortwährende Drehen und Hin- und Herrütteln bei der in Bewegung befindlichen Maschine ein Lockerwerden dieser Teile sehr bald eintreten müßte. In neuerer Zeit ge-

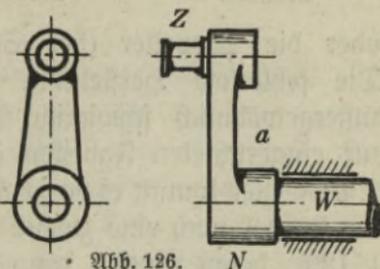


Abb. 126.

schieht daher die Befestigung vielfach in der Weise, daß die zur Aufnahme von Kurbelzapfen und Welle bestimmten Enden der Kurbel angewärmt werden. Sie dehnen sich dadurch aus, die Löcher erweitern sich und ziehen sich dann nach Hineinstecken des Wellenendes und des Kurbelzapfens bei der Abkühlung wieder zusammen, sie „schrumpfen“ zusammen (daher auch der Name „Aufschrumpfen“) und halten so die genannten Teile fest. Eine andere Art der Befestigung ist die, daß die Durchmesser des Wellenendes und des Kurbelzapfens um Bruchteile eines Millimeters größer gemacht werden als die Durchmesser der zugehörigen Öffnung in der Kurbel. Das Hineindrücken der beiden Teile in die zugehörigen Öffnungen geschieht dann mit Hilfe von starken hydraulischen Pressen, ein Verfahren, welches man übrigens auch mit dem erstgenannten Verfahren des Aufschrumpfens verbinden kann, wodurch die Befestigung natürlich noch zuverlässiger wird.

Bei großen Maschinen können durch die bedeutenden hin und her zu bewegenden Massen unliebsame Schwankungen und Erschütterungen in der Maschine auftreten. Man führt daher an der dem Kurbelarme gegenüberliegenden Seite der Nabe ein sogenanntes Gegengewicht aus (Abb. 127), welches dadurch, daß es immer nach der entgegengesetzten Seite schwingt als der Kurbelarm, diese Schwankungen und Erschütterungen beseitigen oder wenigstens mildern soll.

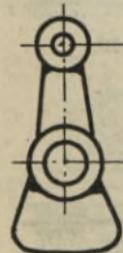


Abb. 127.

Liegt die Notwendigkeit vor, eine oder mehrere Kurbeln zwischen den Enden einer Welle anzubringen, so erhält

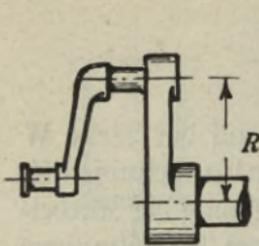


Abb. 128.

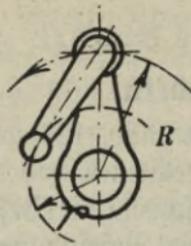


Abb. 129.

man Kurbelkröpfungen, auch gekröpfte Welle genannt (vgl. die Abb. 36 a. S. 20). Derartige Kröpfungen sind z. B. bei Schiffsmaschinen nicht zu vermeiden, wo die verlängerte Welle entweder die Schaufelräder (bei Raddampfern) oder aber den

oder die Propeller (bei Schraubendampfern) aufzunehmen hat. Die fehlerlose Herstellung derartiger Wellenkröpfungen ist eine außergewöhnlich schwierige Arbeit, die nur von besonders darauf eingerichteten Fabriken ausgeführt werden kann.

Bisweilen kommt es vor, daß auf der der Welle abgewendeten Seite der Kurbel noch eine zweite Kurbel vorhanden sein muß (Abb. 128 u. 129), deren Zapfen dann in der Regel einmal einen kleineren Kreis beschreiben soll, der aber auch ferner nicht in der Ebene liegen darf, die man sich durch die Mittellinien von Kurbelzapfen und Welle gelegt denken kann. Es wird in diesem Falle an den Kurbelzapfen ein neuer Arm angebracht, an dessen anderem Ende der neue Kurbelzapfen sitzt. Abb. 128 u. 129 zeigen eine solche Kurbel mit „Gegenkurbel“, wie diese zweite Kurbel in der Regel genannt wird. Ist R der Halbmesser der großen Kurbel, d. h. der Abstand der Mittellinien von Welle und Kurbelzapfen, so zeigt die Abb. 129, daß der Halbmesser des Kurbelkreises der Gegenkurbel nur r ist, und daß der Kurbelzapfen der Gegenkurbel dem der Hauptkurbel voreilt, wenn die Hauptwelle sich in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung umdreht.

Achtes Kapitel.

Bauliche Abänderungen der Kurbel.

Kurbelschleife. Ein Kurbelgetriebe in einer ganz anderen als der bisher besprochenen Form unter Benützung einer Schubstange stellen die Abb. 130 u. 131 dar. Die Kolbenstange ist hier schleifenartig erweitert und an ihren Enden in einer Büchse geführt. In der genannten Schleife bewegt sich ein Stein, in welchen der Zapfen der

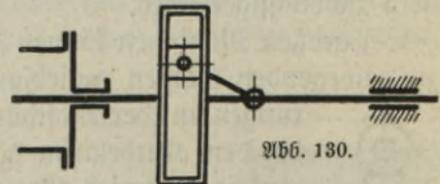


Abb. 130.

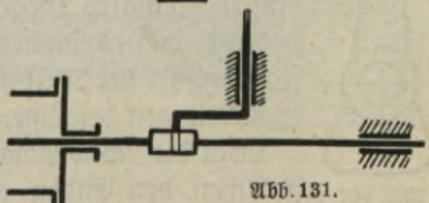


Abb. 131.

seitlich von der Kolbenstange (Abb. 131) gelagerten Kurbel eingreift. Die Bauart hat den Vorteil, daß wegen des Fortfallens der ganzen Schubstangenlänge die Kurbel dem Zylinder stark genähert werden kann, der Aufbau der Maschine also ein sehr kurzer wird. Da aber durch die Reibung des in der Schleife hin und her gehenden Steines große Arbeitsverluste verursacht werden, ist die Anwendung der „Kurbelschleife“, wie diese Anordnung genannt wird, nur auf kleine Maschinen beschränkt.

Exzenter. In dem unten abgebildeten Kurbelgetriebe (Abb. 132) stellt S noch einmal die Schubstange dar, die an dem Zapfen einer Kurbel von der Länge r angreift. Der Kreuzkopf (oder auch der Kolben) legt dann, wie leicht einzusehen ist, bei einer halben Umdrehung der Maschinenwelle den Weg $2r$ zurück. Nun muß es aber offenbar für die Bewegung des Kolbens oder des Kreuzkopfes vollständig gleichgültig sein, wie groß der Durchmesser des Kurbelzapfens ist. Es müssen z. B. die Bewegungsverhältnisse genau dieselben bleiben, wenn der Durchmesser des Kurbelzapfens so groß gemacht wird, daß er selbst die Maschinenwelle umschließt (Abb. 133). Der Mittelpunkt des großen, hier Exzenter genannten Zapfens beschreibt dann noch geradeso wie vorher einen Kreis vom Halbmesser r (r wird hier Exzentrizität des Exzenters genannt). Der Kreuzkopf und damit auch der Kolben legen noch gerade so wie früher bei einer halben Umdrehung der Maschinenwelle den Weg $2r$ zurück.

Der Zweck und der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß es mit ihrer Hilfe möglich ist, „Kurbeln“ mit kleinem Kurbelhalbmesser auch inmitten einer starken Welle anzubringen, ohne erst eine schwierig herzustellende und teure Wellenkröpfung ausführen zu müssen. Der die Welle in sich schließende „Kurbelzapfen“ besteht in diesem Falle aus einer exzentrisch auf die Welle aufgesetzten freisrunden Scheibe, dem Exzenter (Abb. 134), während der „Kopf der Schubstange“ in einem ringförmigen Bügel besteht, der um

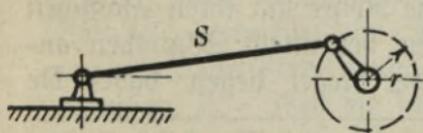


Abb. 132.

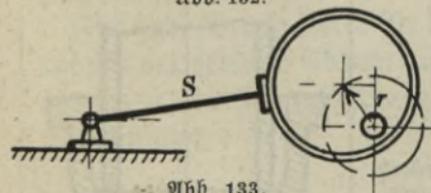


Abb. 133.

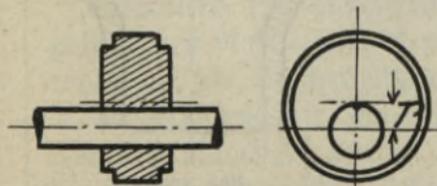


Abb. 134.

das Erzenter herumgelegt ist. Scheibe und Bügel haben dabei entsprechend gestaltete Querschnitte (s. d. Abb.), so daß der Bügel („Erzentering“) nicht von dem Erzenter abgleiten kann. Die „Schubstange“ heißt in diesem Falle Erzenterstange. Wird die Erzentrität, d. h. also der Kurbelarm zu groß, so würde das ganze Erzenter zu groß und zu schwer werden; außerdem würden infolge des großen „Kurbelzapfens“-Umfanges so große Arbeitsverluste durch Reibung entstehen, daß man in einem solchen Falle wohl einer Kurbelkröpfung den Vorzug geben würde.

Fünfter Abschnitt.

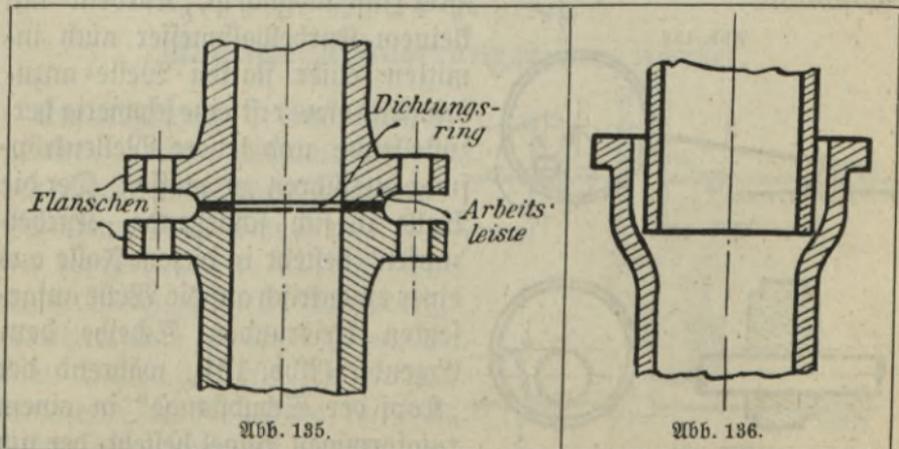
Rohre.

Erstes Kapitel.

Gußeiserne Rohre.

Die gußeisernen Rohre lassen sich in zwei große Gruppen einteilen, deren Erkennungsmerkmale in der Art und Weise der Verbindung der einzelnen Rohre untereinander bestehen. Diese zwei Gruppen sind die Flanschenrohre und die Muffenrohre.

Flanschenrohre. Unter Flanschenrohren versteht man Rohre (Abb. 135), deren Enden tellerförmige Ringe (Flanschen) besitzen. Die Verbindung mehrerer solcher Rohre zu einer fortlaufenden Rohrleitung geschieht in der Weise, daß die Rohre mit ihren Flanschen aneinandergesetzt und diese Flanschen vermittelst Schrauben aneinander angepreßt werden. In der Regel liegen dabei die



Flanschen nicht mit ihrer ganzen Fläche aufeinander auf, sondern nur mit verhältnismäßig schmalen Ringflächen (Arbeitsleisten), zwischen die dann meist auch noch weiche Stoffe, wie Gummi, Asbestpappe, scharfkantige Kupferringe u. dgl. gelegt werden, um eine bessere Abdichtung herbeizuführen.

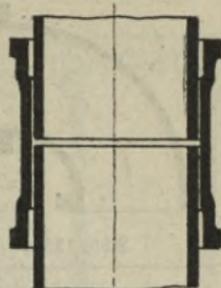


Abb. 137.

Muffenrohre. Für Rohrleitungen, durch welche Gase und Flüssigkeiten von verhältnismäßig niedrigem Druck und niedriger Temperatur hindurchgeleitet werden, kommt in der Regel, wenn es sich um größere Durchmesser handelt, eine andere Art von Rohren zur Verwendung, die man nach der Form ihrer Enden mit dem Namen Muffenrohre zu bezeichnen pflegt. Während die Flanschenrohre an beiden Enden gleichgestaltet sind, erhalten die Muffenrohre an einem Ende eine Ausweitung (Muffe), während das andere Ende glatt ist. Um eine Rohrverbindung herzustellen, wird das glatte Ende des einen Rohres in die Muffe des anderen Rohres hineingesteckt (Abb. 136) und der Zwischenraum zwischen Muffe und eingestecktem Rohrende zunächst mit in Teer getränkten Hanfzöpfen und oben mit eingegossenem Blei (neuerdings mit „Bleiwolle“) angefüllt. Hanfzöpfe sowohl wie Blei werden mit stumpfen Meißeln eingestemmt, um so eine vollständige Abdichtung zwischen den beiden Rohren zu erreichen. Sollten zufällig einmal zwei glatte zylindrische Enden von Rohren zusammentreffen, so läßt sich eine Verbindung durch eine sogenannte Doppel- oder Überschiebmuffe (Abb. 137) bewerkstelligen. Derartige Überschiebmuffen können übrigens auch dann Verwendung finden, wenn ein Rohr an einer Stelle gebrochen ist. Über die schadhafte Stelle wird dann eine Überschiebmuffe geschoben und die Muffe an beiden Enden abgedichtet.

Für hohe Drücke sowie für hohe Temperaturen ist die bei Muffenrohren verwendete Abdichtungsart nicht geeignet. Hochdruckwasserleitungen und Dampfleitungen sind daher stets mit Flanschenrohren auszuführen.

Normalien für gußeiserne Rohre. Bei dem Entwurf einer gußeisernen Rohrleitung ist zu beachten, daß sowohl für Flanschenrohre wie für Muffenrohre von dem Verein deutscher Ingenieure in Gemeinschaft mit dem Verein der Gas- und Wasserfachmänner Tabellen aufgestellt worden sind, welche in ganz Deutschland für die Anfertigung solcher Rohre maßgebend sind.

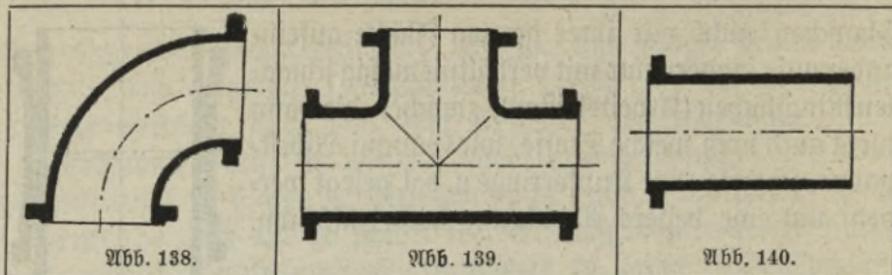


Abb. 138.

Abb. 139.

Abb. 140.

Diese Tabellen geben zunächst an, in welchen lichten Weiten (d. h. mit weichen inneren Durchmessern) die Rohre ausgeführt werden und sodann die bei den einzelnen lichten Durchmessern auszuführenden Wandstärken, Tiefe und Stärke der Muffe, Breite und Dicke der Flanschen, Anzahl und Weite der Schraubenlöcher in den Flanschen, Stärke der zu verwendenden Schrauben usw. Auch für die Länge der einzelnen Rohre, die sogenannte Baulänge, sind Maße vorgeschrieben, dabei ist angenommen, daß die Rohre im Betriebe einen Druck von höchstens 10 atm aushalten sollen, während sie bei einer nach der Anfertigung in der Regel vorgenommenen Prüfung einem Drucke von 20 atm standhalten sollen.

Des weiteren hat man bei dem Entwurfe einer Rohrleitung zu beachten, daß es auch für Abzweigungen einzelner Rohrstränge, für Krümmungen, Änderungen des Durchmessers usw. besonders geformte Rohrteile, sogenannte Formstücke gibt, deren Abmessung und Gestalt von jenen beiden obengenannten Vereinen in Tabellen festgelegt sind. Die Abb. 138 bis 140 geben einige Beispiele aus diesen Tabellen. Abb. 138 ist ein Krümmer, Abb. 139 ein T-Stück für Flanschenrohre; Formstücke nach Abb. 140 und 141 ermöglichen den Übergang von Flanschenrohren zu Muffenrohren und umgekehrt.

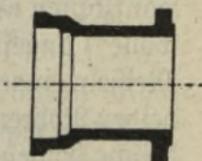


Abb. 141.

Zweites Kapitel.

Rohre aus schmiedbarem Eisen.

Genietetete Rohre. Muß der Durchmesser einer Rohrleitung sehr groß werden (etwa 1,5 m und darüber), so würden gegossene Rohre zu schwer und zu teuer werden. Man verwendet in diesem Falle lieber Rohre, welche aus gebogenen Blechen zusammengenietet sind in ähnlicher Weise, wie dies bei Dampfkesseln der Fall ist. Derartige Rohre finden z. B. Verwendung für die Leitungen, welche einer Hochofenanlage die in großen Gebläsen erzeugte Druck-

Luft zuführen, für Leitungen, welche einer Wasserkraftanlage größere Mengen Wasser von weit her zuleiten usw. An sich wäre es möglich, eine solche lange Leitung etwa gerade so wie einen Dampfkessel gewissermaßen als ein einziges sehr langes genietetes Rohr herzustellen. Des bequemeren Zusammenbaues wegen werden aber statt dessen gerade so wie bei gußeisernen Rohren verhältnismäßig kurze Rohrstrecken hergestellt, die an ihren Enden mit Flanschen versehen und dann ganz ähnlich wie Flanschenrohre unter Zuhilfenahme von Schrauben verbunden werden. Die Herstellung dieser Flanschen geschieht einfach in der Weise, daß, wie die Skizze Abb. 142 zeigt, ein nach dem Umfange des Rohres gebogenes Winkleisen an je einem Ende des Rohres angeietet wird.

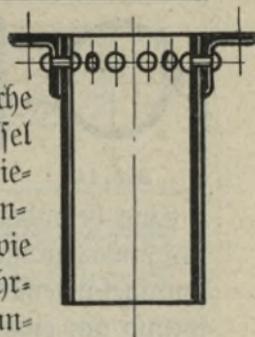


Abb. 142.

Geschweißte Rohre.

Obgleich in neuester Zeit Rohre bis zu den größten Durchmessern durch Zusammenschweißen gebogener Blechplatten hergestellt werden — werden doch sogar schon ganze Dampfkessel durch Zusammenschweißen statt durch Zusammennieten der einzelnen Blechplatten ausgeführt — so beschränkt sich das Hauptanwendungsgebiet ge-

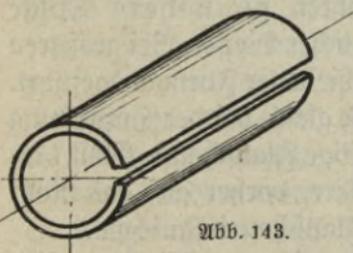


Abb. 143.

schweißter Rohre doch meist auf Rohre von verhältnismäßig geringem Durchmesser, wie Gasrohre, Heizungsrohre u. dgl. Ihrer Herstellungsweise nach unterscheidet man stumpfgeschweißte, überlapptgeschweißte und spiralgeschweißte Rohre. Die Herstellung der stumpfgeschweißten Rohre geschieht in der Weise, daß lange schmale Bleche, wie Abb. 143 zeigt, kreisförmig gebogen und ihre „stumpf“ aneinander stoßenden Ranten zusammengeschweißt werden.

Bei den überlapptgeschweißten Rohren werden dagegen die Längskanten übereinander gebogen (Abb. 144 a. f. S.) und dann erst zusammengeschweißt. Die Herstellung der stumpfgeschweißten Rohre ist einfacher und billiger, wogegen die überlapptgeschweißten Rohre eine größere Festigkeit besitzen. Stumpfgeschweißte Rohre finden daher hauptsächlich Verwendung zur Fortleitung von Gasen oder Flüssigkeiten, die unter ganz geringen Drücken stehen, wie z. B. Leuchtgas.

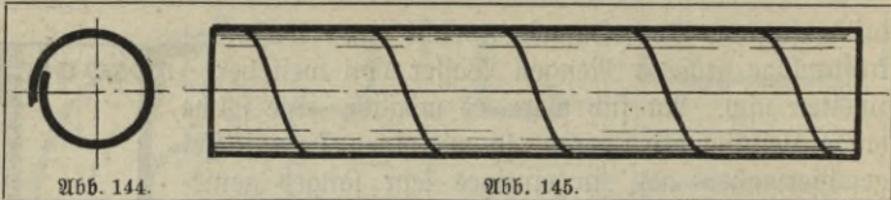


Abb. 144.

Abb. 145.

Eine besondere Art geschweißter Rohre sind die in neuerer Zeit für etwas größere Durchmesser (etwa 150—600 mm) hergestellten spiralgeschweißten Rohre, bei denen lange schmale Bleche spiralförmig um einen Dorn gebogen und dann, wie Abb. 145 andeutet, zusammengeschweißt werden. Sie sind natürlich teurer, halten aber höhere Drücke aus als die gewöhnlichen stumpf- oder überlapptgeschweißten Rohre.

Die Verbindung der Gasrohre untereinander geschieht, wie wohl allgemein bekannt sein dürfte, dadurch, daß die Rohre an ihren Enden mit Gewinde versehen werden und dann in kurze, innen mit entsprechendem Gewinde versehene Rohrstücke, sogenannte Muffen, eingeschraubt werden.

Die Verbindung von geschweißten Rohren für höhere Drücke geschieht bei kleineren Durchmessern in ähnlicher Weise. Bei größeren Durchmessern wird die Verbindung in verschiedener Form ausgeführt. Eine Art der Verbindung ist z. B. die, daß gleich bei der Herstellung der Rohre an die beiden Enden kurze, kräftige Flanschen a (Abb. 146) angeschweißt werden, an welche sich größere, vorher auf das Rohr aufgeschobene und auf ihm bewegliche Flanschen b anlegen.

Bermittelt Schrauben, die durch diese größeren Flanschen hindurchgesteckt werden, findet dann die Verbindung der Rohre in derselben Weise statt, wie dies früher S. 78 bei den Flanschenrohren besprochen wurde.

Nahtlose Rohre. Die neueste Art von Rohren aus Schmiedeeisen bilden die sogenannten nahtlosen Rohre, die namentlich dann ihre Verwendung finden, wenn es sich um das Fortleiten von Flüssigkeiten handelt, die unter sehr hohem Drucke stehen (bis zu 200 atm und darüber). Ihre Herstellung kann auf zweierlei Art geschehen. Die eine Art, nach dem Verfahren von Mannesmann, besteht darin, daß vermöge eines eigentümlichen Walzverfahrens einem runden Eisenstabe, um es drastisch auszu-

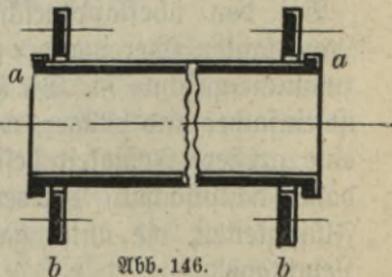
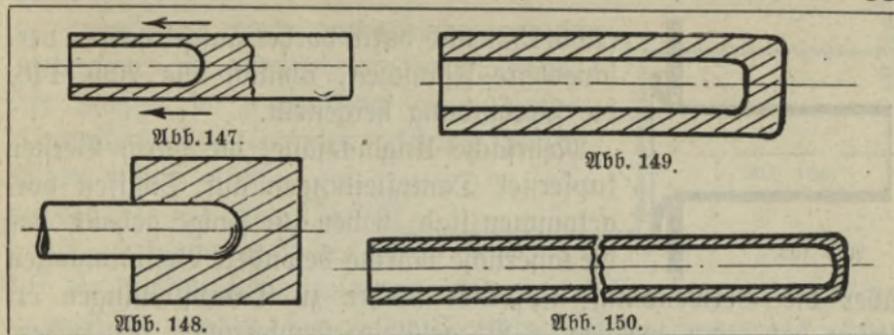


Abb. 146.



drücken, gewissermaßen die Haut abgestreift wird (Abb. 147). Die zweite Art der Herstellung nach dem Verfahren von Ehrhardt besteht darin, daß in einen vollen Eisenblock ein Stempel hineingestoßen wird und auf diese Weise eine Art kurzer, dicker Fingerhut erzeugt wird (Abb. 148). Durch weiteres Ausstrecken dieses „Fingerhutes“, wobei das Eisenstück mehrmals erwärmt wird, erhält man schließlich ein Rohr von dem gewünschten Durchmesser (Abb. 149, 150).

Die Verbindung solcher nahtlosen Röhre kann in mannigfacher Form geschehen, z. B. entweder in derselben Weise wie bei Gasrohren oder nach Art der Abb. 146. Wird die Bedingung gestellt, daß zwei miteinander verbundene Röhre außen wie innen keinerlei Vorsprünge aufweisen, wie das z. B. bei Röhren der Fall sein muß, die für Tiefbohrungen verwendet werden, so wird auf eine kurze Entfernung bei dem einen Röhre außen, bei dem anderen Röhre innen ein Teil der Wandung entfernt, dann werden diese stehengebliebenen Wandteile, der eine mit äußerem, der andere mit innerem Gewinde versehen und die beiden Röhre dann ineinander geschraubt (Abb. 151).

Drittes Kapitel.

Kupfer-, Messing- und Bleirohre.

Die Herstellung der Kupfer- und Messingrohre geschieht entweder durch Zusammenlöten, ähnlich wie bei den geschweißten Eisenröhren, oder wenn die Röhre keine „Naht“ haben dürfen, durch Verfahren ähnlich dem bei nahtlosen Eisenrohren. Eine dritte Art der Herstellung nahtloser Kupferrohre ist die auf elektrolitischem Wege (Elmore-Verfahren). Die Zusammenfügung derartiger Röhre kann z. B. in der Weise geschehen, daß an die Enden Flanschen in Winkelleisenform (ähnlich Abb. 142 auf S. 81) angelötet werden. Bei Kupferrohren werden die Enden häufig umgebördelt

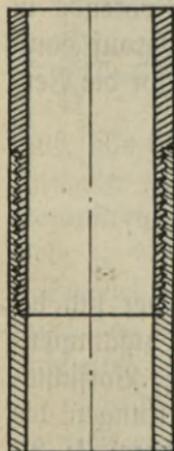


Abb. 151.

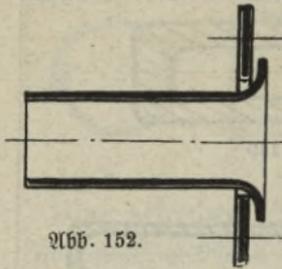


Abb. 152.

(Abb. 152) und durch vorher aufgeschobene verschiebbare Flanschen, ähnlich wie Abb. 146, die Verbindung hergestellt.

Mehrfache Unglücksfälle, die durch Bersten kupferner Dampfleitungen auf Schiffen vorgekommen sind, haben zur Folge gehabt, daß die kaiserliche Marine besondere Bestimmungen über die Verwendung kupferner Rohre zu Dampfleitungen erlassen hat, nach welchen z. B. gelötete Kupferrohre für höhere Dampfspannungen ganz ausgeschlossen sind. Ferner müssen z. B. nach diesen Bestimmungen Kupferrohre von 125 mm lichter Weite und darüber für Dampf von mehr als 8 atm mit verzinkten Stahldrahttauen fest umwickelt werden usw.

Bleirohre. Bleirohre werden meist nur in verhältnismäßig kleinen Durchmessern, hauptsächlich für Wasserleitungszwecke ausgeführt. Ihr Hauptvorteil besteht in ihrer großen Biegsamkeit, dagegen haben gewöhnliche Bleirohre den Übelstand, daß sie von hartem, d. h. kalkhaltigem Wasser angegriffen werden, indem sich ein Teil des Bleies auflöst und so zu Bleivergiftungen Anlaß geben kann. In

neuerer Zeit werden daher Bleirohre für Wasserleitungszwecke im Innern meist mit einem dünnen Überzug aus Zinn versehen. Die Verbindung solcher zu Wasserleitungszwecken bestimmter Bleirohre geschieht meist einfach dadurch, daß das Ende des einen Rohres vermittle eines kegelförmigen Holzstückes etwas aufgetrieben und das andere Rohrende in diese Erweiterung hineingesteckt wird, worauf dann durch Verlöten mit gewöhnlichem Zinnlot die Verbindung hergestellt wird (Abb. 153).

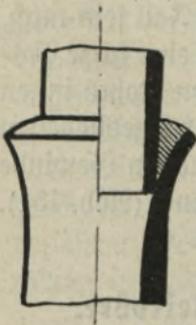


Abb. 153.

Viertes Kapitel.

Ausdehnungsvorrichtungen.

Die bekannte physikalische Erscheinung, daß ein Körper sich bei Erwärmung ausdehnt, bei Abkühlung dagegen wieder zusammenzieht, erfordert bei langen Rohrleitungen besondere Vorsichtsmaßregeln, die darin bestehen, daß man den Rohrleitungen die Möglichkeit geben muß, die durch Temperaturschwankungen (z. B. schon infolge von Sonnenbestrahlung) verursachten Längenänderungen

in irgendeiner Weise auszugleichen. Bisweilen genügt schon die eigene Elastizität der Rohre, so z. B. dann, wenn lange Dampfleitungen ein oder mehrere Kniee bilden (Abb. 154). In anderen Fällen (Abb. 155)

genügt es, wenn die Löcher für die die Flanschen zusammenhaltenden Schrauben etwas größer ausgeführt werden, so daß die Flanschen sich gegeneinander etwas verdrehen können usw.

Genügen diese einfachen Hilfsmittel nicht, so müssen Ausdehnungsvorrichtungen an ihre Stelle treten. Eine weitverbreitete derartige Vorrichtung besteht in der Einschaltung von Bogenrohren (Abb. 156) aus Kupfer (bisweilen auch aus Stahl), deren Elastizität dann den einzelnen Rohrabschnitten eine Ausdehnung oder Zusammenziehung erlaubt. Es ist nur darauf zu achten, daß derartigen Bogenrohren keine zu großen Durchbiegungen zugemutet werden, d. h. sie müssen genügend groß und in genügender Anzahl ausgeführt werden, wenn sie nicht durch die fortwährenden Biegungen und Streckungen in kurzer Zeit zu Bruche gehen sollen.

Eine andere häufig gebrauchte Ausdehnungsvorrichtung besteht in der Zwischenschaltung einer Stopfbüchse, die allerdings den Übelstand hat, daß sie stets in gutem Zustande gehalten werden

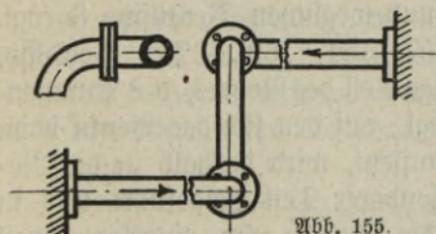


Abb. 155.

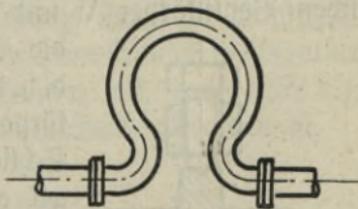


Abb. 156.

muß, also verhältnismäßig viel Bedienung erfordert, wenn sie nicht entweder undicht werden oder, was noch schlimmer ist, z. B. bei Dampfleitungen, so „festbrennen“ soll, daß sie ihren Zweck nicht mehr zu erfüllen vermag.

Die beste, allerdings auch teuerste Art der Ausgleichung besteht darin, daß man z. B. an den Stellen a und b (Abb. 154) Kniestücke einschaltet, welche mit Kugelgelenken versehen sind und so den an sie angeschlossenen Rohrsträngen Bewegung in ziemlich weiten Grenzen ermöglichen.

Sechster Abschnitt.

Ventile.

Erstes Kapitel.

Einteilung und allgemeine Bauweise.

Die Zahl der Ausführungsformen von Ventilen ist eine so ungeheuer große, daß es nicht möglich erscheint, innerhalb des Rahmens dieses Buches eine auch nur annähernd vollständige Übersicht über diese verschiedenen Ausführungsformen zu geben. Es können daher im folgenden nur einige wenige, die Eigenart der verschiedenen Ventilklassen darstellenden Beispiele Erwähnung finden.

Ventile sind Maschinenteile, welche dazu dienen, Flüssigkeitsströme zeitweise zu unterbrechen oder umgekehrt unterbrochene wieder zu öffnen. Um dies zu bewirken, können die Ventile sich entweder senkrecht von ihrem Sitze erheben (Abb. 157), oder sie können sich von ihrem Sitze erheben, indem sie sich um eine Achse drehen (Abb. 168 auf S. 94), oder schließlich können sie sich auf ihrem Sitze verschieben (Abb. 169 u. 170 auf S. 95). Demgemäß unterscheidet man dann drei große Klassen von Ventilen: nämlich Hubventile, Klappenventile und Schieber.

Gewöhnlich besteht ein Ventil aus zwei Hauptteilen: dem beweglichen Ventilkörper *V* und dem unbeweglichen Ventilsitze *S* (vgl. die Abb. 157, 164, 169). Der Ventilsitz, d. h. derjenige Teil des Rohres, des Pumpenkörpers u. dgl., auf den sich das Ventil beim Schließen aufsetzt, wird deshalb in der Regel als besonderer Teil ausgeführt und in das Rohr, die Pumpe usw. eingesetzt, weil es möglich sein muß, diesen Sitz rasch in bequemer Weise auszubessern oder durch einen neuen zu ersetzen, falls einmal durch irgendwelche Zufälligkeiten eine Beschädigung des Sitzes und damit eine Undichtigkeit eingetreten sein sollte.

Die Abdichtungsfläche zwischen Ventil und Ventilsitz besteht in der Mehrzahl der Fälle aus Metall (Guß Eisen oder Bronze), zum Teil aber auch, namentlich bei geringeren

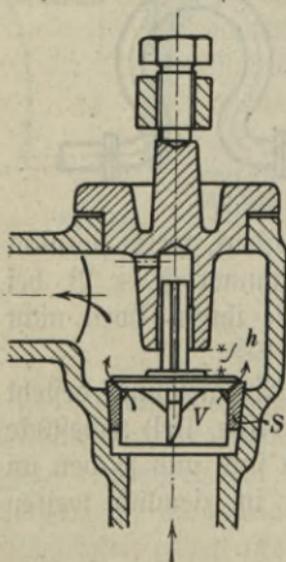


Abb. 157.

Drücken und wenn das Auftreffen des Ventiles auf den Sitz möglichst geräuschlos erfolgen soll, aus weicheeren Stoffen, wie Filz, Gummi, Leder, Holz u. dgl. Auf die Temperatur und sonstige Beschaffenheit der das Ventil durchströmenden Flüssigkeit ist natürlich Rücksicht zu nehmen: bei heißen Flüssigkeiten z. B. ist Leder zu vermeiden, für säurehaltende Flüssigkeiten darf Eisen nicht verwendet werden usw.

Eine der wichtigsten Bedingungen, die beim Bau eines Ventiles berücksichtigt werden müssen und die, wie später ersichtlich sein wird, die Gestaltung der Ventile in ausschlaggebender Weise beeinflussen, ist die, daß der Flüssigkeitsstrom beim Hindurchgehen durch das Ventil möglichst wenig Querschnittsveränderungen erfahren soll, oder mit anderen Worten: der Querschnitt, der sich bei geöffnetem Ventile der Flüssigkeit darbietet, soll seiner Größe nach möglichst wenig von dem Querschnitte abweichen, durch den die Flüssigkeit vor Erreichen des Ventiles hindurchströmt. Vor allen Dingen eine Verringerung des Querschnittes muß also nach Möglichkeit vermieden werden, denn eine solche Verringerung hat zur Folge, daß dann die Flüssigkeit die Ventilöffnung mit gesteigerter Geschwindigkeit durchfließen muß und diese Erhöhung der Geschwindigkeit ist, wie die Mechanik lehrt, immer mit einem Kraftverluste verbunden, der die Wirtschaftlichkeit der betreffenden Maschine (Pumpe o. dgl.) ungünstig beeinflusst.

Eine weitere Bedingung, die sich allerdings meist nur annähernd erfüllen läßt, ist die, daß die Flüssigkeit beim Durchströmen des Ventiles möglichst wenig Richtungsänderung erfahren soll, weil auch dies nach den Regeln der Mechanik mit Kraftverlust verbunden ist.

Zweites Kapitel.

Subventile.

Die Subventile lassen sich in drei größere Klassen einteilen, je nach der Art und Weise, in welcher ihre Bewegung erfolgt:

1. Die Bewegung des Ventiles erfolgt von Hand, in der Regel unter Zuhilfenahme einer Schraube: Absperrventile;

2. die Bewegung des Ventiles geschieht, wie man sagt, „selbsttätig“, das heißt (wie weiter unten noch genauer erläutert werden soll) durch Einwirkung der Flüssigkeitspressung unterstützt durch die eigene Schwere des Ventiles oder durch Federn: man nennt sie selbsttätige Ventile;

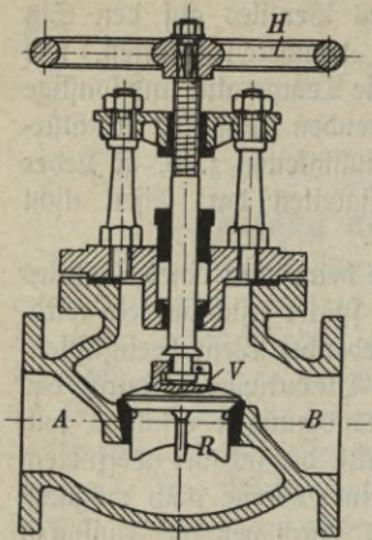


Abb. 158.

3. Öffnung und Schluß des Ventiles wird durch die Maschine selbst betätigt, z. B. unter Zuhilfenahme von Hebeln u. dgl.: sie heißen dann Ventile mit gesteuerter Öffnungs- oder mit gesteuerter Schlußbewegung oder kurz gesteuerte Ventile.

A. Absperrventile.

Ein Beispiel eines Absperrventiles zeigt Abb. 158. Wie man sieht, wird der Ventilkörper V dadurch bewegt, daß man an dem Handrade H in entsprechender Weise dreht und so die mit dem Ventile verbundene Schraubenspindel herauf- oder herunter-schraubt.

Um dem geöffneten Ventile eine gute Führung zu geben, erhält es unten Rippen oder Flügel R, welche bewirken, daß sich das Ventil beim Schließen genau auf seinen Sitz auflegt.

B. Selbsttätige Ventile.

Das Anwendungsgebiet der selbsttätigen Ventile sind Pumpen aller Art, Gebläse, Kompressoren usw. Ihre Wirkungsweise läßt die Gerippfzizze Abb. 108 auf S. 66 erkennen, welche eine einfache Pumpe mit Tauchfolben darstellen soll. Geht der Kolben nach rechts, so tritt in dem Pumpenraume ein Unterdruck ein. Der außerhalb der Pumpe auf dem Wasserpiegel lastende Luftdruck drückt das Wasser in dem Saugrohre der Pumpe in die Höhe, und unter dem Einflusse dieses Wasserdruckes öffnet sich das Ventil S (hier Saugventil genannt), und das Wasser tritt in den Pumpenraum ein. Dreht der Kolben wieder nach links um und dringt in den Pumpenraum ein, so erhöht sich hier der Druck des Wassers. Das z. B. infolge eigener Schwere niedergesunkene Ventil wird, wiederum unter dem Einflusse dieses Wasserdruckes, auf seinen Sitz aufgedrückt, es schließt sich, während andererseits das oben im Pumpenraume befindliche Ventil D (hier Druckventil genannt) geöffnet wird, usw.

Man erkennt also, daß, wie schon früher erwähnt, die „selbsttätige“ Bewegung des Ventiles stets eine Folge des Flüssigkeitsdruckes ist, der allerdings beim Schließen des Ventiles unterstützt

wird einmal durch das Gewicht des Ventiles selber, dann aber auch (sehr häufig wenigstens) durch eine Feder, die außerhalb des Ventiles angebracht ist und das Bestreben hat, das gehobene Ventil auf seinen Sitz niederzudrücken.

Erwägt man an Hand dieser Betrachtungen die Bedingungen, welche ein solches selbsttätiges Ventil zu erfüllen hat, so ergibt sich etwa folgendes:

1. Das Ventil muß sich rasch und genügend hoch von seinem Sitze erheben. Beides ist notwendig, um die schon oben (S. 87) angeführte Bedingung zu erfüllen, daß die Geschwindigkeit der das geöffnete Ventil durchströmenden Flüssigkeit nicht zu groß wird.

2. Das Ventil muß sich aber auch rasch wieder schließen. Geschieht das nämlich nicht, so tritt, wenn wir uns noch einmal die eben besprochene Bewegung des Saugventiles einer Pumpe vergegenwärtigen, folgendes ein: Zunächst würde, wenn der Kolben wieder nach links umkehrt, ein Teil der eben in die Pumpe eingesaugten Flüssigkeit durch das geöffnete Ventil wieder zurückströmen, die zum Heben dieser Flüssigkeitsmenge verwendete Arbeit¹⁾ würde also vergebens aufgewendet sein. Ferner würde, wenn sich bei der Umkehr des Kolbens das Ventil nicht rasch genug schließt, eine rücklaufende Bewegung der ganzen Wassersäule eintreten; sie würde dadurch eine gewisse lebendige Kraft erhalten, und diese lebendige Kraft würde dann durch einen verspäteten Schluß des Ventiles plötzlich vernichtet werden. Die Folge wäre ein heftiger Stoß in der Pumpe, der von verderblicher Wirkung sein müßte, wenn die in Bewegung gekommene Wassersäule groß wäre, ein Fall, der namentlich beim Druckventil leicht eintreten könnte.

Die Bedingung (1.) würde nun offenbar erfüllt werden durch ein möglichst leichtes Ventil, welches sich recht hoch von seinem Sitze erheben würde. Abgesehen aber davon, daß man aus Gründen der Festigkeit das Ventil nicht zu leicht machen darf — hat es doch den gesamten Druck der darüber lastenden Wassersäule zu tragen —, widerstrebt dem auch die wünschenswerte Erfüllung der Bedingung (2.). Dieser Bedingung würde nämlich wieder gerade ein recht schweres, womöglich noch mit einer starken Feder belastetes Ventil entsprechen, das sich möglichst wenig von seinem Sitze erhebt, damit es bei Umkehrung des Kolbens möglichst rasch wieder auf seinem Sitze anlangt. Es bleibt also nichts anderes übrig, als den Versuch zu machen, sich beiden Bedingungen möglichst zu nähern. Die folgenden Betrachtungen

1) Siehe des Verfassers „Hebezeuge“, Bd. 196 dieser Sammlung.

tungen und Abbildungen werden einige Wege erkennen lassen, auf welchen dies erreicht wird.

Das einfache Tellerventil. Ein Beispiel eines einfachen Tellerventiles zeigt Abb. 157 auf S. 86. Um eine möglichst gute Führung des Ventiles zu erreichen, besitzt es unterhalb des Ventiltellers Rippen oder Flügel, ähnlich wie das auf S. 88 erwähnte Absperrventil, außerdem aber auch noch eine obere Führung dadurch, daß ein auf dem Ventilteller befindlicher Stift sich in einem röhrenförmigen Ansatz des Ventilgehäusedeckels bewegt. Dieser röhrenförmige Ansatz dient mit seiner Unterkante gleichzeitig als Hubbegrenzung des Ventiles, welches sich

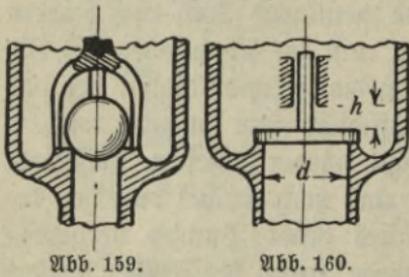


Abb. 159.

Abb. 160.

demgemäß nur um die Höhe h von seinem Sitze erheben kann.

Eine bauliche Abänderung des Tellerventiles ist das Kugelventil (Abb. 159). Es findet nur für untergeordnete Zwecke und kleine Flüssigkeitsmengen Verwendung. Erstens wegen der Schwierigkeit der Herstellung (der Ventilsitz muß stets genau zu der Kugel passen), dann aber auch deshalb, weil die Kugel für größere Abmessungen zu unhandlich und zu schwer wird.

Daß ein solch einfaches, im wesentlichen aus einem Teller oder einer Scheibe bestehendes Ventil nur eine beschränkte Anwendungsmöglichkeit bietet, nämlich nur für kleine Flüssigkeitsmengen, ergibt sich aus folgender einfachen Berechnung. Es stelle Abb. 160 ein solches Ventil dar. Der Durchmesser des Zuströmröhres sei d , und ebenso groß sei angenähert auch der Durchmesser der Ventilscheibe (eigentlich muß sie ein klein wenig größer sein, da sie ja das Rohr abschließen soll); h sei die Hubhöhe des Ventiles. Aus der auf S. 87 angeführten Bedingung, daß die Geschwindigkeit der Flüssigkeit sich beim Durchströmen des Ventiles nicht ändern soll, folgt, daß der Querschnitt des Rohres ($f = \frac{d^2 \pi}{4}$) gleich sein muß dem Durchtrittsquerschnitt bei gehobenem Ventil. Das ist aber: Umfang der Scheibe ($u = d \cdot \pi$) mal Hubhöhe (h).

Also wegen $f = u \cdot h$, das heißt wegen $\frac{d^2 \pi}{4} = d \pi \cdot h$, folgt $h = \frac{d}{4}$, in Worten: die Hubhöhe eines solchen Tellerventiles muß ungefähr gleich sein dem vierten Teile seines

Durchmessers. Werden nun die Flüssigkeitsmengen, die sekundlich durch ein solches Ventil hindurchtreten sollen, groß, so wird die Anwendung eines solchen einfachen Tellerventiles unmöglich, einmal deswegen, weil die unterhalb des Ventiles ankommenden Flüssigkeitsteilchen sämtlich nach dem Rande des Tellers umbiegen, also eine sehr starke Richtungsänderung erfahren müßten, dann aber auch deshalb, weil die Hubhöhe eines solchen Ventiles viel zu groß würde, was die auf S. 89 bei Bedingung (2.) erwähnten Übelstände zur Folge hätte.

Wie diese Übelstände beseitigt werden können, ergibt sich, wenn man noch einmal auf die oben abgeleitete Gleichung zurückkommt

$$f = u \cdot h.$$

Man erkennt sofort, daß die Hubhöhe h um so kleiner wird, je größer u gemacht wird, d. h. je größer der Umfang wird, an welchem die Flüssigkeit durch das geöffnete Ventil hindurchtritt. Es liegt also die Aufgabe vor, bei einem bestimmten Querschnitt, den Umfang u , an dem die Flüssigkeit austreten kann, nach Möglichkeit zu vergrößern, und diese Aufgabe läßt sich lösen:

1. durch mehrfache Ventile,
2. durch mehrstizige Ventile, zu denen auch die sogenannten Ringventile gehören, und
3. durch Stufen- (oder Etagen-)Ventile.

Mehrfache Ventile. Stellt der große Kreis mit dem Durchmesser D (Abb. 161) den Umfang eines einfachen Tellerventiles dar, so zeigt die Abbildung, wie durch Anbringung vieler, z. B. acht kleiner Tellerventile vom Durchmesser d innerhalb desselben Raumes der Umfang wesentlich erhöht, die Hubhöhe also verkleinert werden kann. Für $D = 4 \cdot d$ ergibt sich z. B. sofort $4 \cdot d \pi = D \cdot \pi$ oder $8 (d \pi) = 2 (D \pi)$. Der Gesamtumfang, an dem die Flüssigkeit austreten kann, ist jetzt bei acht kleineren Ventilen, die in dem Kreise vom Durchmesser D sitzen, doppelt so groß als bei einem gewöhnlichen Tellerventile vom Durchmesser D , und damit würde die Hubhöhe sofort auf die Hälfte verkleinert werden können.

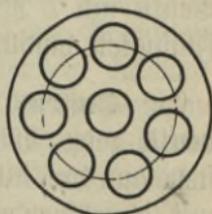


Abb. 161.

Mehrstizige Ventile. Ein Beispiel für ein mehrstiziges Ventil zeigt Abb. 162. Die kleinen Pfeile in der Abb. zeigen, wie die

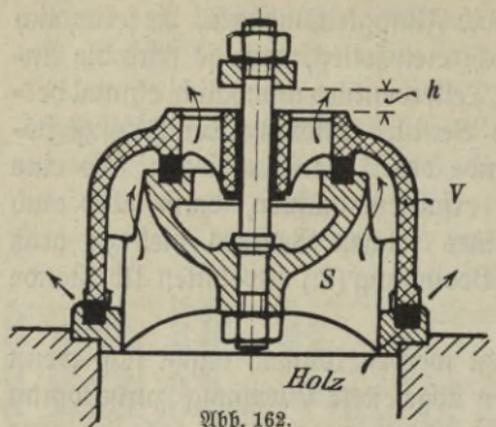


Abb. 162.

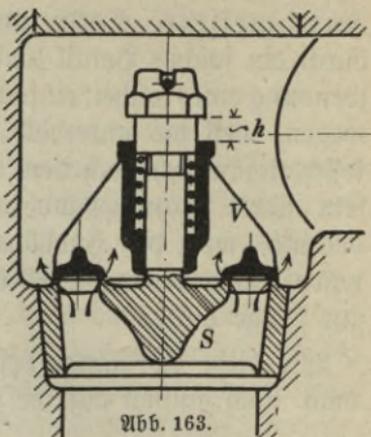


Abb. 163.

Flüssigkeit hier in zwei Kreisen austritt: in einem unteren und in einem oberen Kreise. V ist der bewegliche Ventilkörper; die Abdichtung geschieht hier durch zwei (völlig schwarz gezeichnete) Holzringe (s. d. Abb.), welche in den Ventilsitz eingelassen sind. Ein weiteres mehrstübiges Ventil, das allerdings kein selbsttätiges Ventil ist, zeigt Abb. 166 auf S. 93.

Befinden sich die verschiedenen Sitze in einer Ebene, so nennt man die Ventile Ringventile. Abb. 163 zeigt ein Ventil mit einem Ringe, also mit zwei Durchtritts-Kreisumfängen. Abb. 164 ein Ventil mit 5 Ringen, also mit 10 Kreisumfängen, an denen die Flüssigkeit hindurchströmen kann.

Ein **Stufen- oder Stagenventil** zeigt Abb. 165. Es besteht aus drei Ringen V, welche mit abnehmendem Durchmesser in drei Stufen übereinander gelagert sind. Der Sitz für den jeweilig oberen Ring bildet gleichzeitig die Begrenzung des Hubes h für den darunter liegenden Ventiling. Die Flüssigkeit kann hier also an sechs verschiedenen Kreisumfängen gleichzeitig hindurchtreten.

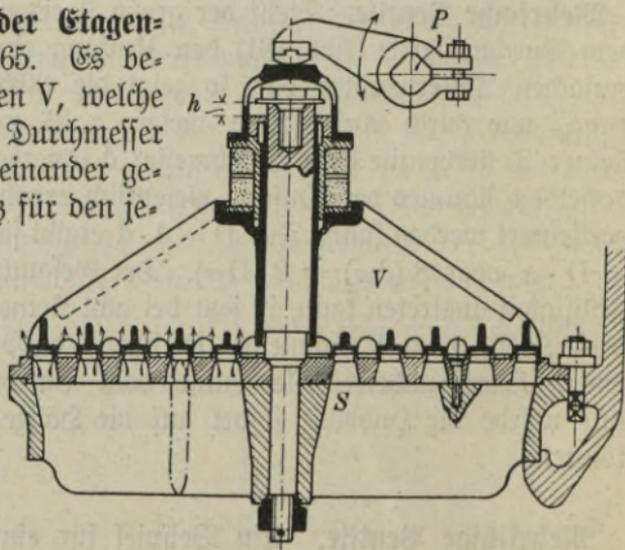


Abb. 164.

C. Gesteuerte Ventile

finden ihre Hauptanwendung bei Kraftmaschinen (Dampf- oder Gasmaschinen). Die Form eines solchen Ventiles zeigt Abb. 166. Die Bewegung dieser Ventile durch die Maschine selbst geschieht meist mit Hilfe recht verwickelter Hebelanordnungen, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann. Der Form nach heißen solche Ventile auch wohl Glockenventile. Sie haben die Eigentümlichkeit, daß sie in geschlossenem Zustande der auf ihnen lastenden Flüssigkeit (z. B. dem Dampf) nur eine kleine Druckfläche darbieten, so daß ihre Öffnung verhältnismäßig wenig

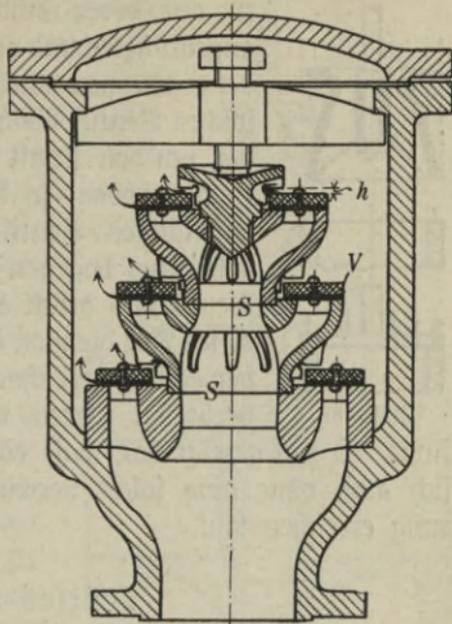


Abb. 165.

Kraft beansprucht. Wie die Abb. 166 zeigt, vgl. auch Abb. 167 a u. b, kann der Dampf tatsächlich nur auf eine ganz schmale Ringfläche drücken, weil sich die Drücke auf die übrigen Teile der Wandung gegenseitig aufheben. Bei dem Tellerventil von gleichem äußeren Durchmesser (Abb. 167 c) dagegen wirkt der Dampf drückend auf die ganze obere Kreisfläche, würde also einen erheblich größeren Aufwand an Kraft nötig machen.

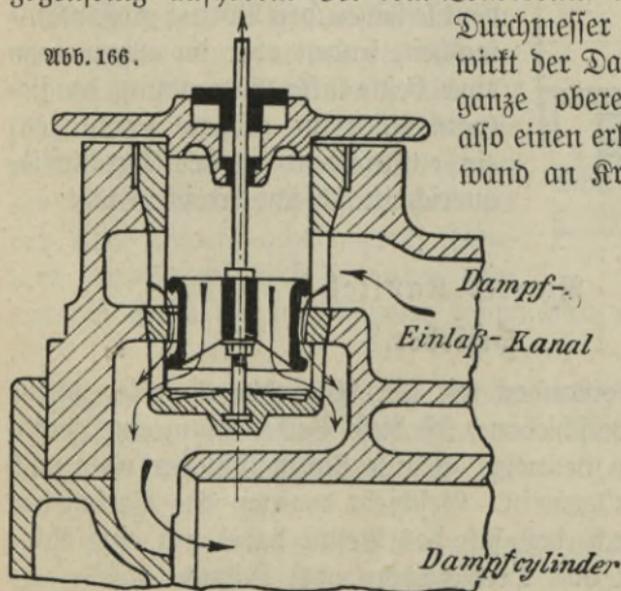


Abb. 166.

Um den auf S. 89 angeführten Übelstand zu verringern, daß Pumpenventile mit verhältnismäßig großen Hüben (namentlich bei Pumpen mit hohen Umdrehzahlen) nicht schnell genug schließen, führte Riedler Ven-

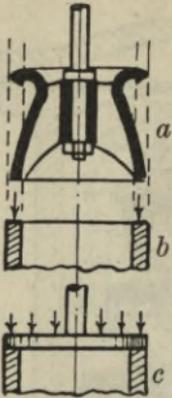


Abb. 167.

tile aus, deren Schluß durch einen in geeigneter Weise angeordneten und von der Maschine selbst bewegten Hebel erzwungen wurde. Abb. 164 auf S. 92 zeigt z. B. ein solches Ventil. Während der Öffnungsbewegung ist der um den Punkt P drehende Hebel von dem Ventil abgehoben, so daß das Ventil in dieser Zeit als selbsttätiges Ventil wirkt. Während der Schlußbewegung dagegen legt sich der Hebel oben auf das Ventil und drückt es rasch gegen seinen Sitz. Ventile dieser Art, die man als Ventile mit gesteuerter Schlußbewegung bezeichnet und die eine Zeitlang ziemlich verbreitet waren, werden heute kaum mehr ausgeführt, da sich gezeigt hat, daß eine zweckmäßige Ventilbewegung sich auch ohne eine solche verwickelte, kraftbeanspruchende Steuerung erreichen läßt.

Drittes Kapitel.

Flappenventile.

Das Beispiel eines Klappenventiles zeigt Abb. 168. Es besteht einfach aus einer an ihrem linken Ende mit Schrauben befestigten (in der Abb. schwarz angedeuteten) Lederklappe, welche auf ihrer

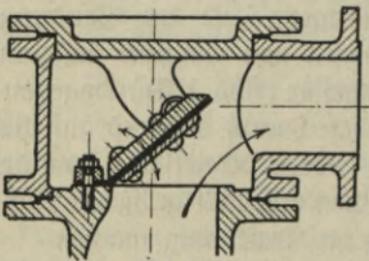


Abb. 168.

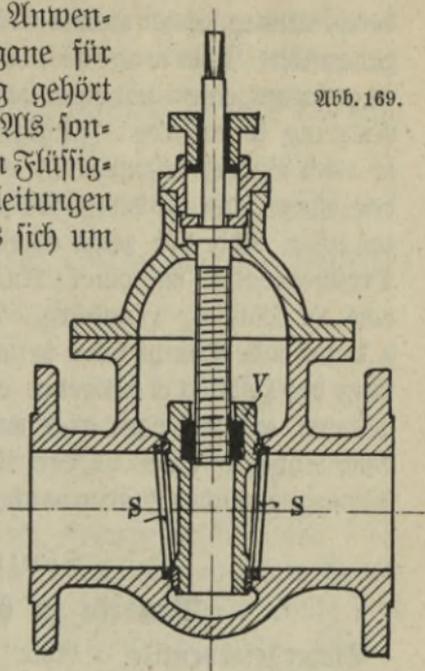
oberen und unteren Seite mit Eisenplatten armiert ist. Die Klappenventile haben den Vorzug großer Einfachheit, finden aber im allgemeinen eine beschränkte Anwendung, da sich (namentlich für größere Leistungen) ein entsprechend großer Durchtrittsquerschnitt schlecht erreichen läßt.

Viertes Kapitel.

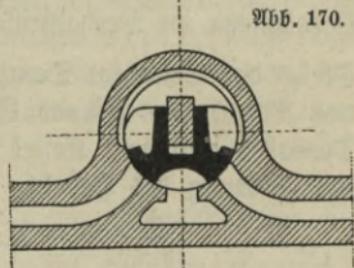
Schieber.

Unter Schiebern verstanden wir (S. 86) solche Ventile, welche sich auf ihrem Sitz verschieben. Ist diese Verschiebung eine geradlinige, so nennt man derartige Ventile Normalschieber oder auch wohl kurz Schieber allgemein. Geschieht dagegen das Verschieben auf dem Sitz dadurch, daß sich das Ventil dabei um eine Achse dreht, so spricht man von Drehschiebern oder Hähnen.

Normalschieber. Eine ausgedehnte Anwendung finden Schieber als Steuerorgane für Dampfmaschinen. Ihre Behandlung gehört in Werke über Dampfmaschinen¹⁾. Als sonstige Vorrichtungen zum Abschlusse von Flüssigkeiten werden Schieber in Rohrleitungen namentlich dann verwendet, wenn es sich um größere Durchmesser handelt, also zum Abschließen größerer Dampfleitungen, Wasserleitungen, Luftleitungen usw. Abb. 169 zeigt den Querschnitt durch einen solchen Schieber V, der die Gestalt einer flachen, kreisförmigen Scheibe hat, deren beide Seitenflächen, wie die Abbildung zeigt, sich nach unten zu etwas nähern. Durch Drehen an einem auf die Schraubenspindel aufgesteckten Handrade oder Schlüssel wird sich der Schieber in den oberen Teil des Gehäuses hineinschrauben und so die Rohröffnung freigeben. Durch entgegengesetztes Drehen der Schraube sinkt der Schieber und preßt sich gegen die schrägliegenden als Ventilsitze dienenden Ringe S, S.



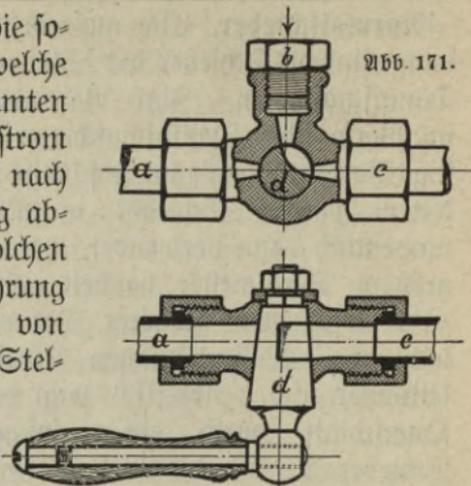
Drehschieber. Auch Drehschieber finden vielfach Anwendung als Steuerorgane für Dampfmaschinen¹⁾. Abb. 170 zeigt einen solchen. Die nach rechts und links abgehenden Kanäle führen bei entsprechender Drehung des (in der Abb. schwarz gezeichneten) Schiebers den Dampf nach der einen oder anderen Seite des im Zylinder befindlichen Kolbens.



Sähne. Zu den Drehschiebern gehören auch die bekannten Sähne, wie sie zum zeitweiligen Absperrn von Flüssigkeiten, Gasen und Dämpfen verwendet werden. Eine besondere, nicht selten angewen-

1) Vgl. z. B. Vater, Die Dampfmaschine II, Bd. 493 dieser Sammlung, Kapitel Schiebesteuerungen u. f.

dete Gattung solcher Hähne sind die sogenannten Dreiwegehähne, welche es gestatten, einen aus einer bestimmten Richtung kommenden Flüssigkeitsstrom je nach Bedarf abzusperren oder nach der einen oder anderen Richtung abzulenken. Abb. 171 zeigt einen solchen Dreiwegehahn in einer Ausführung von H. Mathaf, Hamburg. Der von b kommende Dampf kann je nach Stellung des Hahnes d entweder abgesperrt werden oder aber nach dem Rohre c (wie in der Abbildung gezeichnet) oder nach a weiter geleitet werden.



Fünftes Kapitel.

Ventile zu besonderen Zwecken.

Sicherheitsventile. Abb. 172 stellt das Sicherheitsventil für einen Dampfkessel dar. Der Ventilkörper V wird gegen den Ventilsitz S durch einen kurzen, spitz zulaufenden Zapfen gedrückt, der mit seinem anderen Ende in einem größeren Hebel H befestigt ist. Dieser Hebel hat seinen Drehpunkt bei P und ist an seinem anderen Ende mit einem Gewichte G belastet, welches nach dem bekannten Hebelgesetze im Verhältnisse $\frac{1}{a}$ vergrößert auf das Ventil drückt.

Steigt der Druck im Dampfkessel über das zulässige Maß, so wird das Ventil von seinem Sitze abgehoben, wodurch ein Teil des Dampfes aus dem Kessel entweichen kann. Der Bügel B dient zur Führung des Hebels. Die für einen bestimmten Dampfdruck

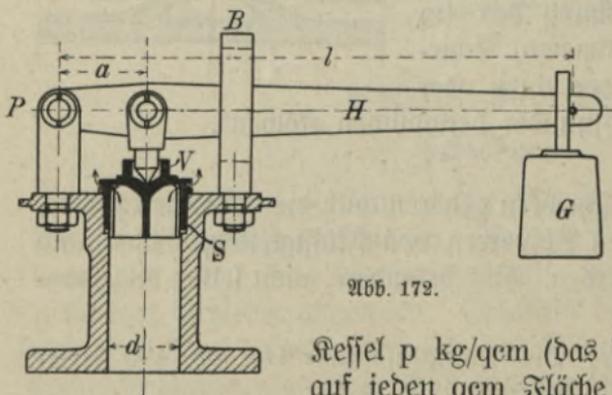


Abb. 172.

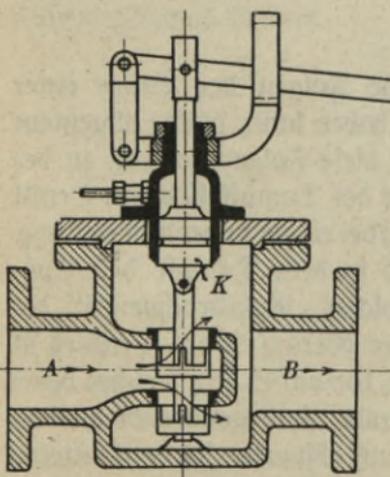
nötige Größe des Gewichtes G ergibt sich leicht aus folgender Beziehung: Hat die untere Fläche des Ventiles eine Größe von f qem Fläche und beträgt der höchste zulässige Dampfdruck im Kessel p kg/qem (das heißt drückt der Dampf auf jeden qem Fläche mit einem Drucke von

p kg), so ist der von unten auf das Ventil ausgeübte Druck $p \cdot f$ kg. Andererseits wird auf die obere Fläche des Ventiles, wie oben erwähnt, ein Druck von $\frac{1}{a} \cdot G$ kg ausgeübt. Es muß also sein $p \cdot f = \frac{1}{a} \cdot G$, woraus folgt $G = \frac{p \cdot f \cdot a}{1}$ kg.

Ist z. B. $d = 10$ cm, so ist $f = \frac{d^2 \pi}{4} = 78,5$ qcm. Beträgt der höchste zulässige Dampfdruck 5 kg/qcm, so ist für $a = 15$ cm, $l = 100$ cm,

$$G = \frac{5 \cdot 78,5 \cdot 15}{100} = 59 \text{ kg.}$$

Reduzierventile. Bisweilen kommt der Fall vor, daß von einer Dampfleitung, welche hochgespannten Dampf führt, an irgend-einer Stelle eine Dampfleitung abzweigt werden muß, welche Dampf von wesentlich niedrigerer Spannung führen soll. Zu solchen Zwecken bedient man sich sogenannter Reduzierventile, das sind Ventile, welche selbsttätig den Zugang zu der abzweigten Rohrleitung immer nur so stark versperren, daß der an dieser Stelle sich mühsam hindurchzwängende und dadurch einen Teil seiner Spannung verlierende Dampf gerade mit der gewünschten Spannung in die abzweigte Rohrleitung gelangt. Man sagt, der Dampf wird gedrosselt, seine Spannung wird erniedrigt oder „reduziert“. Abb. 173 zeigt ein solches Reduzierventil. Der bei A zutretende Dampf strömt durch zwei ganz gleich große auf einer Spindel sitzende Ventile nach dem Raume B und hat dabei Gelegenheit, in dem Raume B auf einen Kolben K zu drücken, dessen andere Seite mit der Außenluft in Verbindung steht und der von obenher in ähnlicher Weise wie das Sicherheitsventil Abb. 172 durch ein an einem Hebelarme wirkendes



Gewicht belastet ist. Je leichter das Gewicht ist, um so mehr drückt der Dampf den Kolben K in den oberen Zylinder hinein, um so mehr wird also die Durchtrittsöffnung für

den Dampf durch die beiden Ventile versperert, d. h. um so geringer ist

die Spannung, welche in dem Raume B und der sich daran schließenden Rohrleitung herrscht. Man sieht, daß man es in der Hand hat, durch beliebige Verkleinerung von G die Dampfspannung im Raume B ebenfalls beliebig zu verkleinern. Eine Erhöhung der Dampfspannung im Raume B über die Höhe der Dampfspannung im Raume A hinaus ist selbstverständlich unmöglich.

Da der von A kommende Dampf auf die untere Fläche des oberen Ventiles mit derselben Kraft drückt, wie auf die obere Fläche des völlig gleich großen unteren Ventiles, übt er auf die durch die Spindel verbundenen Ventile selber keinerlei Druck aus und man nennt deshalb derartige Ventile entlastete Ventile.

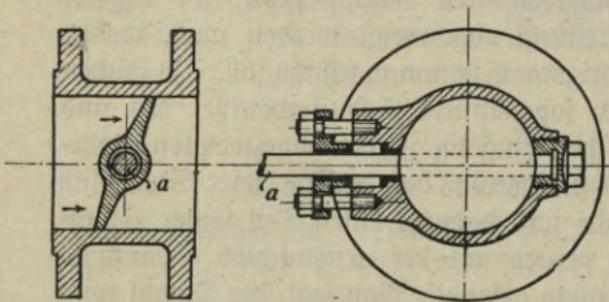


Abb. 174.

Drosselventile. Soll zeitweise die Spannung einer Flüssigkeit (Dampf, Wasser, Luft u. dgl.) in einer Rohrleitung um einen bestimmten Betrag rasch vermindert werden, so bedient man sich eines

sogenannten Drosselventiles, wie es die Abb. 174 in einem Längs- und Querschnitt darstellen. Wie man sieht, besteht das Ventil aus einer kreisförmigen Platte, welche um einen Zapfen a drehbar ist. Da die Flüssigkeit auf die beiden (in der Abbildung obere und untere) Hälften der Platte mit gleicher Kraft drückt, ist die Platte in jeder Stellung im Gleichgewicht, hat also weder das Bestreben sich zu öffnen noch sich zu schließen.

Rohrbruchventile. Welch schreckliche Folgen der Bruch einer im Betriebe befindlichen Dampfleitung haben kann, dürfte allgemein bekannt sein. Man hat daher versucht, diese Folgen dadurch zu beseitigen, daß man in unmittelbarer Nähe des Dampfkessels ein Ventil in die Rohrleitung einschaltet, welches sich bei einem in der Rohrleitung eintretenden Bruche sofort schließt und so dem Dampfe den Austritt versperrt. Abb. 175 zeigt ein solches „Rohrbruchventil“ der Firma Hübnner und Maher in Wien. Der obere Teil des Ventiles ist ein gewöhnliches Absperrventil (vgl. Abb. 158 auf S. 88), welches durch Drehen an dem obenbefindlichen Handrade niedergeschraubt werden kann und so den von A kommenden Dampf absperrt. In dem unteren

Teile des Ventilgehäuses befindet sich in Form eines Doppelkegels ein Ventil V, welches, durch eine Stange geführt, gewöhnlich auf einer Unterlage aufliegt, wie es die Abbildung erkennen läßt. Der aus dem Kessel (von A) kommende Dampf umspült bei gewöhnlichem Betriebe das Ventil V, ohne eine besondere Wirkung darauf auszuüben. Sowie aber in der an B anschließenden Rohrleitung ein Bruch entsteht, hat der Dampf plötzlich das Bestreben, mit einer ungeheuren Geschwindigkeit durch das Ventilgehäuse hindurchzuströmen. Die Folge dieser ungeheuren Geschwindigkeit ist die, daß das Ventil V von dem strömenden Dampfe mitgerissen wird, es fliegt in die Höhe und schließt mit seiner oberen Kegelfläche die Durchtrittsöffnung ab. Da ein solcher Bruch natürlich nur einen ganz seltenen Ausnahmefall bilden darf, liegt die Gefahr vor, daß sich das Ventil im Laufe der Zeit infolge der in dem Dampfe enthaltenen Unreinigkeit auf der Führungsstange festsetzt und so im Falle der Gefahr seinen Dienst versagt. Um dies zu verhüten, dazu dient der kleine Hebel, der links in das Ventil V hereinragt und durch ein außerhalb des Gehäuses liegendes Handrädchen gedreht werden kann. Der Kesselwärter hat nun die Aufgabe, täglich mindestens einmal vermittelst dieses kleinen Hebels das Ventil V etwas anzuheben und auf diese Weise festzustellen, ob das Ventil sich auch noch leicht auf der Führungsstange bewegt.

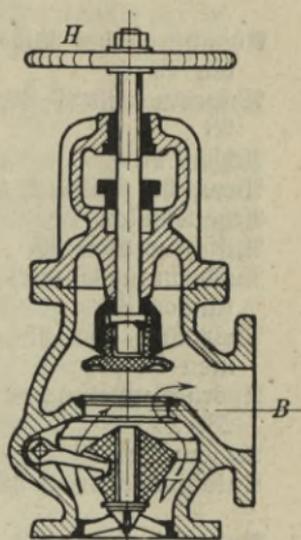


Abb. 175.

Sachregister.

- Abdichtung bei Kojen 79
 Absperrventile 87, 88, 98
 Achsen 17
 Anzug bei Keilen 2, 4
 Arbeitsleisten 79
 Aufschrumpfen 75
 Ausdehnungsvorrichtungen 84
 Ausrücken von Riemen 54
 Ausrückkuppelungen 23, 24
 Außenräder 33
 Automobilantrieb 37

 Bajonettrahmen 73
 Ballige Riemenscheiben 51
 Baulänge 80
 Baumwollenseile 59
 Befestigungsschraube 10
 Befestigung von Rädern auf Wellen 3
 Berechnung von Riemen 49
 Bergische Stahlindustrie 43
 Berlin-Anhalt. Masch. B. u. G. 21, 24
 Bewegliche Kuppelungen 22
 Bewegungsgesetze bei Rädern 34
 Bewegungsschrauben 10
 Bleirohre 84
 Bodlager 28
 Bohrohrre 83
 Breite von Zähnen 40
 Brille bei Stopfbüchsen 69

 Dampfmaschinen-
 skizze 64
 Deutsche Kugellagerfabrik 30
 Dicke von Riemen 47
 Dohmen-Leblanc 24
 Döring 42
 Doppelkugelluppelung 22
 Doppelmuffe 79
 Doppelte Pfeilträder 43
 Drahtseiltrieb 58
 Drehmoment bei Wellen 18
 Drehrichtung bei Rädern 34
 Drehschieber 95
 Dreiwegehahn 96
 Drosselventile 98
 Druckluftpflammer 8
 Druckluftnietmaschinen 7
 Druckventil 88

 Ehrhardt 83
 Eingängiges Gewinde 10, 45
 Eisenwerk Wülfel 26
 Elastische Kuppelung 23
 Elmore-Verfahren 83
 Entlastete Ventile 98
 Epizykloiden 40
 Etagenventile 92
 Evolventen 40
 Erzentner 77

 Flachgängige Schrauben 9
 Federbelastete Ventile 89
 Feder und Nut 4

 Feste Kuppelungen 21
 Festscheiben 53
 Flanken bei Zähnen 40
 Flanschen 78, 81, 84
 Flanschenrohre 78

 Gabelrahmen 73
 Ganghöhe bei Schrauben 9
 Gasrohre 81
 Gegengewicht bei Kurbeln 75
 Gegenkurbel 76
 Gegenmutter 14
 Genietete Rohre 80
 Gekreuzter Riementrieb 34, 52, 55
 Gefröpfte Wellen 20, 74
 Geradsführungen 70
 Geschlossene Schubstangenköpfe 74
 Geschränkter Riementrieb 34, 52
 Geschweißte Rohre 81
 Gesteuerte Ventile 88, 93
 Getriebene Scheiben 46
 Gewinde, eingängiges 10, 11
 Gewindeform 13
 Gewinde, linksgängiges 11
 —, mehrgängiges 10, 11
 —, rechtsgängiges 11
 Gewindequerschnitt 10
 Gewindesteigung 13
 Gewölbte Riemenscheiben 51

- Säbne 94, 95
 Halszapfen 16
 Handnietung 7
 Hängelager 28
 Hanfseile 59ff.
 Haniel und Lueg 73, 74
 Hebezeug mittels Schraube 10
 Heizungsrohre 81
 Hohle Achsen und Wellen 18
 Howaldtpackung 69
 Hubhöhe von Ventilen 90
 Hubventile 87
 Hübner und Mayer 98
 Hyperbelräder 33
 Hypozykloiden 40
 Innenräder 33
 Kammlager 26
 Kammzapfen 17
 Kegekräder 33
 Keil 1, 29
 Kerndurchmesser 12
 Klappenventile 86, 94
 Knaufkuppelung 22
 Klemmkuppelung 21
 Kolben 65, 68
 Kolbenringe 66
 Kolbenstangen 67
 Köpfe von Schubstangen 74
 Krallen beim Riementrieb 47
 Kraftübertragungen 46
 Kreuzgelenkkuppelung 23
 Kreuzkopf 73
 Kreuzkopfszapfen 73
 Kröpfung 74
 Kuppelungen 20
 Kugelgelenke bei Rohrleitungen 85
 Kugellager 29
 Kugelventile 90
 Kugelzapfen 17
 Kupferrohre 83
 Kurbel 75
 Kurbelgetriebe 63f.
 Kurbelkröpfung 76
 Kurbelschleife 76
 Kurbelzapfen 75
 Labyrinthdichtung 69
 Lager 25
 Lagerdeckel 27
 Lagergehäusen 25, 27, 74
 Lagerschmierung 30
 Laschen 6
 Leimen von Riemen 47
 Liderung 65, 69
 Ligen 58
 Lösbare Verbindungen 1
 Losscheiben 53
 Lücken bei Zahnrädern 38
 Maihak 96
 Mannesmann 82
 Manschettendichtung 67
 Maschinennietung 7
 Mehrfache Ventile 91
 Mehrgängiges Gewinde 10, 11
 Mehrstige Ventile 92
 Messingrohre 83
 Metalliderung 66
 Muffenrohre 79
 Muttererschraube 9
 Nähen von Riemen 47
 Nahtlose Rohre 82
 Niete 4
 Nietmaschinen 7
 Nietnaht, Verstärkungen der 8
 Nietschaft 5
 Nietung, Maschinen- 7
 Nietverbindungen 6
 Niles-Werkzeugmaschinen-Fabrik 7
 Normalien für Rohre 79
 Normalschieber 95
 Nut 3, 4
 Oberbilker Stahlwert 20
 Offener Riementrieb 34, 55
 Offene Schubstangenköpfe 74
 Packung bei Stopfbüchsen 69
 Peilkräder 42
 Pleuelstangen 73
 Polyfus 26, 56, 61
 Preßlufthammer 9
 Preßluftnietmaschinen 7
 Querschnittsveränderung bei Ventilen 87
 Querschnitt von Gewinden 13
 Räder 32
 Rahmen von Maschinen 73
 Reduzierventile 97
 Reibungsräder 33, 36
 Riedlerventile 93
 Riemen 47 ff.
 Riemenabmessungen 48
 Riemenanzrücker 54
 Riemengeschwindigkeit 49
 Rillen bei Reibungsrädern 37
 Rillen bei Seilscheiben 58
 Ringschmierung 31
 Ringventile 92
 Rippen bei Ventilen 90

- Rohrbruchventile 98
 Rohre 78 ff.
 Rohrleitung 80, 85
 Saugventil 89
 Scharfgängige
 Schrauben 9
 Scheibenkolben 65
 Scheibenkuppelung
 21
 Schieber 86, 94
 Schließkopf 5
 Schlüsselweite 12
 Schmierung von La-
 gern 30
 Schnecke 45
 Schrauben 9 ff.
 Schraubengewinde 9
 Schraubenhebezeug
 10
 Schraubenlinie 9
 Schraubenmutter 9,
 10
 Schraubenrad 45
 Schraubensicherung
 13
 Schraubensysteme 12
 Schraube ohne Ende
 45
 Schrumpfen 75
 Schubstangen 73
 Seilscheiben 59
 Selbsttätige Ventile
 88
 Sellerslager 28
 Sekkopf 5
 Sicherheitsventile 96
 Sicherung bei Schrau-
 ben 13
 Sohlplatte 27
 Spannrolle 52
 Spannschloß 11
 Spiralggeschweißte
 Rohre 82
 Splintsicherung 14
 Spurlager 26
 Spurzapfen 17
 Stärke der Zähne 40
 Stehlager 29
 Steigung der Ge-
 winde 13
 Stirnräder 33
 Steigungswinkel von
 Schrauben 9
 Stolzenberg u. Co. 33
 Stopfbüchse 68, 85
 Stufenscheiben 57
 Stufenventile 92
 Stumpfgeschweißte
 Rohre 81
 Stützlager 26
 Stützzapfen 16
 Systeme, Schrauben-
 12
 Tauchkolben 65, 66
 Teilkreise 38
 Teilung der Zahn-
 räder 38
 Tellerventile 90
 Traglager 26
 Tragzapfen 16
 Transmissionswellen
 19
 Treibende Scheiben
 46
 Treibstangen 73
 Triebwerkswellen 19,
 28, 31
 Trum 46
 Überlapptgeschweißte
 Rohre 81
 Überlappungsnie-
 tung 6
 Überschiebmuffen 79
 Übersetzungsverhält-
 nis 35, 38
 Umfangsgeschwindig-
 keit 34, 49, 62
 Umschlingungswinkel
 53
 Unlösbare Verbin-
 dungen 1
 Unmittelbar sich be-
 rührende Räder 36
 Ventil 86 ff.
 Ventilbewegung 89
 Verbindende Ma-
 schinenteile 1
 Verstemmen von
 Nietnähten 8
 Verzahnungsgesetz 39
 Wandlerlager 28
 Wellen 18
 Wellenkröpfung 20
 Wendegetriebe 55
 Whitworth-Gewinde
 12
 Wolff, Akt.-Ges. für
 Seilindustrie, vor-
 mars — 59
 Wulfel, Eisenwerk —
 26
 Zahnbreite 40
 Zahnflanken 40
 Zahnräder 33, 37 ff.
 Zahnstangen 42
 Zahnstärke 40
 Zapfen 15
 Zentrallinie 38
 Zickzacknietung 6
 Zweigängige Schrau-
 ben 10, 11, 45
 Zwischengeschaltete
 Räder 35
 Zylinder 63
 Zylindrische Räder 33
 Zykloiden 40

Aus Natur und Geisteswelt

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25

Vom Verfasser des vorliegenden Bändchens sind ferner erschienen:

Die neueren Wärmekraftmaschinen

I. Einführung in die Theorie u. den Bau der Maschinen für gasförm. u. flüssige Brennstoffe. 4. Aufl. Mit 33 Abb. (Bd. 21.)

Nach kurzer Erläuterung der für das Verständnis des Wesens der Maschinen nötigen Sachausdrücke und Hauptgesetze werden unter steter Berücksichtigung der neuesten technischen Errungenschaften die verschiedenen Betriebsmittel, wie Leuchtgas, Kraftgas usw., die Viertakt- und Zweitaktwirkung, das Wichtigste über die Bauarten der immer wichtiger werdenden Gas-, Benzin-, Benzol-, Petroleum- und Spiritusmaschinen, sowie der Wärmemotor Patent Diesel dargestellt.

II. Gasmaschinen, Gas- und Dampfturbinen. 3. Auflage. Mit 48 Abbildungen. (Bd. 86.)

Der Verfasser behandelt die einzelnen Maschinengattungen mit Rücksicht auf ihre Vorteile und Nachteile, wobei im zweiten Teil, nach Erklärung der grundlegenden Art und Weise, in welcher durch bewegten Wasserdampf überhaupt Arbeit geleistet werden kann, der Versuch unternommen ist, eine möglichst einfache Einführung in die Theorie und den Bau der Dampfmaschine zu geben.

Die Dampfmaschine

I. Wirkungsweise des Dampfes in Kessel und Maschine. 3. Auflage. Mit 45 Abbildungen. (Bd. 393.)

„... So wird das Buch für alle die von großem Interesse sein, die ohne besondere Vorkenntnisse in der Mechanik und Wärmelehre sich über die Theorie des Dampfes und der Dampfmaschine orientieren wollen. Außer den nicht technisch vorgebildeten Besitzern von Dampfmaschinen wird auch den angehenden Technikern und Ingenieuren von ihrem eigentlichen Eintritt in das Fachstudium das kleine Büchlein eine willkommene Gabe sein, indem sie vorläufig genügende Aufklärung über das Ineinandergreifen der verschiedenen Vorgänge bei der Arbeitserzeugung in der Dampfmaschine finden.“ (Archiv f. Eisenbahnwesen.)

II. Ihre Gestaltung und ihre Verwendung. Mit Abb. (Bd. 394.)

An der Hand einer großen Zahl sorgfältigst ausgewählter Abbildungen werden nach einer kurzen Einleitung, welche die Wirkungsweise des Dampfes im Zylinder der Maschine kurz ins Gedächtnis zurückeruft, zunächst die wesentlichsten Bauarten der Kolbendampfmaschine im allgemeinen besprochen. Es folgt dann eine genauere Behandlung der wichtigsten Schieber- und Ventilsteuerungen sowie des Zwedes und der baulichen Gestaltung von Kondensator-Rückkühlwerken, Schwingrädern und Regulatoren. Im II. Teile des Buches zeigt der Verfasser, welche mannigfaltige Gestaltung die Kolbendampfmaschine hat und wie sie als Betriebsmaschine, Lokomotive, Lokomotive, Schiffsmaschine, Fördermaschine, Walzenzugmaschine usw. jede andere Kraftmaschine an vielseitiger Verwendbarkeit und unbedingter Betriebssicherheit übertrifft.

Hebezeuge

Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Mit 67 Abbildungen. (Bd. 196.)

Will an der Hand zahlreicher einfacher Skizzen das Verständnis für die Wirkung der Hebezeuge einem weiteren Kreise zugänglich machen. So werden die Hebevorrichtungen fester, flüssiger und luftförmiger Körper nach dem neuesten Stand der Technik einer ausführlichen Betrachtung unterzogen, wobei wichtigere Abschnitte, wie Hebel und schiefe Ebene, Druckwasserhebevorrichtungen, Zentrifugalpumpen, Gebläse usw. besonders eingehend behandelt sind.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Aus Natur und Geisteswelt

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25

Das Eisenbahnwesen. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor E. Biedermann. 2. Auflage. Mit zahlr. Abb. (Bd. 144.)

„Sein Verfasser, der bereits auf eine reiche, insonderheit großstädtische Praxis im Staatseisenbahnbau und Betrieb zurückblickt, hat sich hier die Aufgabe gestellt, den Nichtfachmann mit dem einen Hauptzweig der technischen Kultur der Gegenwart, dem Eisenbahnwesen, in seinen Grundzügen bekannt zu machen. Mit weiser Beschränkung hat er aus der gewaltigen Stofffülle die Gebiete ausgewählt, die allgemeines Interesse beanspruchen dürfen. Das mit großer Sachkenntnis verfaßte Büchlein, dem zur Erhöhung der Anschaulichkeit zahlreiche Abbildungen, Skizzen und Tabellen beigegeben sind, dürfte bei allen, die sich für den Eisenbahnbau interessieren, eine sehr heilsame Aufnahme finden.“
(Anzeiger für Industrie und Technik.)

Klein- und Straßenbahnen. Von Oberingenieur a. D. Oberlehrer A. Liebmann. Mit 82 Abb. (Bd. 322.)

„Durch eine populäre, leicht faßliche Darstellungsweise bildet das Buch mit seinen Abbildungen eine unterhaltende und nützliche Lektüre für den Laien; andererseits ist es durch seine Vollständigkeit — besonders in Beziehung auf neuere Fortschritte — auch für den Fachmann von hohem Wert.“
(Magdeburgische Zeitung.)

Das Automobil. Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ing. Karl Blau. 2. Aufl. Mit 83 Abb. (Bd. 166.)

„Dieses praktische, inhaltsreiche Büchlein können wir sowohl den Besitzern, wie Kraftwagenführern bestens empfehlen.“
(Der Kraftwagen.)

Die Luftfahrt. Ihre wissenschaftl. Grundlagen u. techn. Entwicklung. Von Dr. R. Nimführ. 3. Aufl. von Dr. F. Huth. Mit 53 Abb. (Bd. 300.)

„Der Verfasser hat verstanden, einen erschöpfenden Überblick über die physikalischen und die meteorologischen Grundlagen zu geben, auf denen die Bewältigung des Luftmeeres beruht, und die Richtlinien scharf zu kennzeichnen, die bisher für den Bau von Luftschiffen und Flugzeugen maßgebend gewesen sind und auch für den weiteren Ausbau bestehen bleiben werden.“
(Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure.)

Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Geh. Regierungsrat M. Geitel. Mit 32 Abb. (Bd. 28.)

Das Büchlein von Geitel ist mit Freuden zu begrüßen, das sich die Aufgabe stellt, einem großen Leserkreis die Achtung und Bewunderung vor technischen Meisterleistungen einzuflößen. Das Büchlein behandelt in frischer, lebendiger Form eiserne Brücken und Hochbauten, Tunnelbauten, Staudämme, Talsperren und Überlandzentralen, elektrische Fernbahnen, Hoch- und Untergrundbahnen, die drahtlose Telegraphie, die Dampf- und Luftschiffe und schließlich die Flugapparate. Man erfährt unglaublich viel des Wissenswerten und kann deshalb die Arbeit sowohl Technikern, als auch technisch interessierten Laien bestens empfehlen.“
(Deutsche Techniker-Zeitung.)

Der gewerbliche Rechtsschutz in Deutschland. Von Patentanwalt Bernhard Tolksdorf. (Bd. 138.)

Nach einem allgemeinen Überblick über Entstehung und Entwicklung des gewerblichen Rechtsschutzes und einer Bestimmung der Begriffe Patent und Erfindung wird zunächst das deutsche Patentrecht behandelt, wobei der Gegenstand des Patentbesitzes, die Rechte und Pflichten des Patentinhabers, das Erlöschen des Patentrechtes und die Verletzung des Patentschutzes erörtert werden; sodann wird das Muster- und Warenzeichenrecht dargestellt und dabei besonders Art und Gegenstand der Muster, ihre Nachbildung, Eintragung, Schutzdauer und Lösung kargelegt. Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit den internationalen Verträgen und dem Ausstellungsschutz. Zum Schluß wird noch die Stellung der Patentanwälte besprochen.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Aus Natur und Geisteswelt

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25

Unsere Kohlen. Von Bergassessor Kufuf. Mit 69 Abb. (Bd. 396.)

Gibt eine Darstellung der sämtlichen „fossilen Brennstoffe“ einschließlich des Torfes. Die geologischen Grundlagen, die geographische Verteilung der Lagerstätten, die chemischen und physikalischen Eigenschaften, insbesondere deren Heizwert, die Technik des Abbaues und der Aufbereitung sowie die Fragen der Verwertung und des Kohlenertrages werden mit derselben Gründlichkeit behandelt. Zahlreiche Originalphotogramme erleichtern das Verständnis.

Industrielle Feuerungsanlagen und Dampfkessel. Von Ingenieur J. E. Maner. (Bd. 348.)

Ausgehend vom Brennstoff und dem Gebrauchszweck werden die verschiedenen Systeme und ihre Konstruktion, die Einrichtung der Gesamtanlage sowie die Kontrolle ihrer Wirtschaftlichkeit behandelt.

Die Wasserkraftmaschinen und die Ausnützung der Wasserkräfte. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Thering. Mit 73 Fig. 2. Aufl. (Bd. 228.)

Führt den Leser vom primitiven Mühlrad bis zu den großartigen Anlagen, mit denen die moderne Technik die Kraft des Wassers zu den gewaltigsten Leistungen auszunützen versteht, und vermittelt an besonders typischen konkreten Beispielen modernster Anlagen einen klaren Einblick in Bau, Wirkungsweise und Wichtigkeit dieser modernen Betriebe.

Elektrische Kraftübertragung. Von Ingenieur P. Köhn. Mit 137 Abb. (Bd. 424.)

Nach einer Erörterung der Vorzüge der Elektrizität gegenüber den anderen Mitteln der Kraftübertragung sowie der Grundlagen der Stromerzeugung werden die Grundbegriffe und die Behandlung der technischen Mittel und Einrichtungen zur Erzeugung, Fortleitung und Umwandlung des elektrischen Stromes behandelt, dabei die verschiedenen Systeme von Dynamos und Elektromotoren für Gleich-, Wechsel- und Drehstrom, von Akkumulatoren, Leitungen, Schalt- und anderen Zubehörsapparaten eingehend besprochen, ebenso die wichtigsten Kräfteerzeugungsanlagen und Anwendungsmöglichkeiten des Elektromotors zum Antrieb von Maschinen und Apparaten wie zur Fortbewegung von Fahrzeugen für Industrie und Landwirtschaft vorgeführt. Die auf langjähriger Praxis beruhenden klaren und knappen Ausführungen werden durch zahlreiche Skizzen und Abbildungen erläutert.

Die Metalle. Von Prof. Dr. K. Scheid. 3., neubearbeitete Aufl. Mit 11 Abb. (Bd. 29.)

Behandelt die für Kulturleben und Industrie wichtigen Metalle, schildert die mutmaßliche Bildung der Erze, die Gewinnung der Metalle aus den Erzen, das Hüttenwesen mit seinen verschiedenen Systemen, die Fundorte der Metalle, ihre Eigenschaften und Verwendung sowie die Verarbeitung.

Mechanik. Von Kaiserl. Geh. Reg.-Rat A. v. Thering. 3 Bände. Bd. I: Mechanik der festen Körper. (Bd. 303.) Bd. II: Mechanik der flüssigen Körper. (Bd. 304.) Bd. III: Mechanik der gasförmigen Körper. (Bd. 305.)

Behandelt in für jeden Laien verständlicher Form die Grundlehren der Mechanik der festen Körper, die Statik als Lehre vom Gleichgewicht und die Dynamik als Lehre von der Bewegung, wobei nach Möglichkeit die rechnerische Methode durch die leichter verständliche graphische ersetzt wird, an der Hand zahlreicher instruktiver Beispiele die Lehre von der Bewegung und vom Fall, von der Arbeit, Leistung, Energie und den lebendigen Kräften, endlich das d'Alembertsche Prinzip und die Lehren von der Reibung und vom Stoß.

„Die zahlreichen Anwendungsbeispiele, die zum größten Teil aus dem Gebiete der Technik gewählt sind, sichern dem Büchlein das Interesse aller derer, die eine Orientierung auf dem Gebiete wünschen und machen es auch als Einführung für ein eingehenderes Studium der Mechanik geeignet.“
(Naturwissenschaftliche Rundschau.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Die Dampfmaschine

(einschließlich der Dampfturbine) und Gas- und Ölmaschinen. Von Dr. John Perry, Professor der Mechanik und Mathematik am Royal College of Science in London. Autorisierte, erweiterte deutsche Bearbeitung von Dr.-Ing. Hermann Meuth, Bauinspektor, Mitglied der Kgl. Württ. Zentralstelle für Gewerbe und Handel in Stuttgart. Mit 35 Figuren und 1 Wärmetafel. In Leinw. geb. *M* 22.—

„Die Ausführungen werden erläutert durch etwa 350 Skizzen, Figuren und Konstruktionszeichnungen, die nach ihrer Auswahl auch geeignet sind, den Physiker leicht in die Lehre der Wärmekraftmaschinen einzuführen. Sehr wertvoll sind die zahlreichen Aufgaben, die durchweg der Praxis entnommen sind. Für das Studium ist das Werk in der Bearbeitung von H. Meuth jedenfalls sehr zu empfehlen.“
(Beiblätter zu den Annalen der Physik.)

Bau der Dampfturbinen

Von Hofrat Prof. Dr. Alfred Musil in Brünn. Mit zahlr. Abbild. In Leinwand geb. *M* 8.—

„Unter den zahlreichen neueren Publikationen über Dampfturbinen hat bisher ein Werk gefehlt, welches es ermöglichte, sich auf dem Gebiete des Dampfturbinenbaues einigermaßen rasch orientieren zu können. Diese Lücke füllt das vorliegende Buch in recht gut gelungener Weise aus. Der Verfasser behandelt in acht Abschnitten die Dampfturbinensysteme im allgemeinen, die Vorgänge in den Dampfdüsen sowie die konstruktiven Ausführungen der Laval-, Parsons-, Zoelly-, Riedler-Stumpf-, Curtis- und Rateau-Turbinen. Das 233 Seiten starke Buch ist durch 102 sehr gute und deutliche Figuren illustriert und von der Verlagsbuchhandlung recht gefällig ausgestattet. Es sei hiermit allen Fachgenossen wärmstens empfohlen.“
(Zeitschr. d. Österr. Ingenieur- u. Architekten-Vereins.)

Grundlagen der Theorie und des Baues der Wärmekraftmaschinen

Aus dem Englischen von Dr. Alfred Musil, Professor an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule zu Brünn. Zugleich autorisierte, erweiterte deutsche Ausgabe des Werkes „The steam-engine and other heat-engines“ von J. A. Ewing, Professor an der Universität Cambridge. Mit 302 Figuren. In Leinwand geb. *M* 20.—

„... Somit haben wir ein Werk von seltener Vollständigkeit und Abrundung vor uns, welches nicht nur den angehenden Ingenieur, sondern auch jedem mit einigen physikalischen Kenntnissen ausgerüsteten Gebildeten warm empfohlen werden kann. Insbesondere dürften dieses Buch solche Physiker und Mathematiker begrüßen, welche den Anwendungen mit Rücksicht auf spätere Lehrtätigkeit an technischen Anstalten ihre Aufmerksamkeit zuwenden.“ (Archiv f. Mathem. u. Physik.)

Die Kraftmaschinen

Von Dr. K. Schreber. Eine Einführung in die allgem. Maschinenkunde. 2. wohlfeile Ausgabe. Mit 56 Abbild. im Text und auf 1 Tafel. [XII u. 347 S.] gr. 8. Geh. *M* 3.60. In Leinw. geb. *M* 4.20.

„Es ist das Verdienst des Verfassers, zum ersten Male eine für den gebildeten Nichtfachmann berechnete Darstellung der Theorie und Wirkungsweise aller gebräuchlichen Kraftmaschinen in ihrer modernen Konstruktion gegeben zu haben. Der Schwerpunkt des Buches liegt auf theoretischem Gebiet, während es dem Verfasser nicht darum zu tun war, konstruktive Durchbildungen der Maschinen mitzuteilen, weil solche lediglich für den Fachmann von Interesse sind und diesem ausführlichere Werke zur Verfügung stehen.“ (Literarisches Zentralblatt.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

TEUBNERS UNTERRICHTSBÜCHER FÜR MASCHINENTECHNISCHE LEHRANSTALTEN

Lehr- und Aufgabenbuch der Physik. Für Maschinenbau- u. Gewerbeschulen sowie für verwandte technische Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Von **G. Wiegner** und **P. Stephan**. In 3 Teilen. Mit zahlreichen Abbildungen. Teil I: Allgemeine Eigenschaften der Körper. Mechanik. Steif geh. *M.* 3 — (Bd. 1). — Teil II: Lehre von der Wärme. Einiges aus der Lehre vom Licht (Optik). Steif geh. *M.* 2.40. (Bd. 2). — Teil III: Elektrizität (einschließlich Magnetismus). Steif geh. *M.* 3.— (Bd. 3).

E. Bardey, arithmetische Aufgaben nebst Lehrbuch der Arithmetik. Bearbeitet von **S. Jakobi** und **A. Schlie**. Mit 70 Figuren. 3. Auflage. Kartoniert *M.* 2.60. (Bd. 4).

Die technische Mechanik. Elementares Lehrbuch für mittlere maschinentechnische Fachschulen und Hilfsbuch für Studierende höherer technischer Lehranstalten. Von **P. Stephan**. In 2 Teilen. Teil I: Mechanik starrer Körper. Mit 255 Figuren. Steif geh. *M.* 5.—, in Leinwand geb. *M.* 7.— (Bd. 5). — Teil II: Festigkeitslehre und Mechanik der flüssigen und gasförmigen Körper. Mit 200 Figuren. Steif geh. *M.* 5.—, in Leinwand geb. *M.* 7.— (Bd. 6).

Sammlung arithmetischer Aufgaben nebst Lehrbuch der Arithmetik für höhere Maschinenbauschulen. Von **S. Jakobi**. Mit 46 Figuren. Steif geh. *M.* 1.60. (Bd. 7).

Baukunde für Maschinentechniker. Von **A. Weiske**. Mit 168 Fig. Steif geh. *M.* 1.20. (Bd. 8).

Lehr- und Aufgabenbuch der Geometrie. Von **H. Grünbaum**. Mit 267 Figuren. Steif geh. *M.* 2.20. (Bd. 9).

Hervorragende Leistungen der Technik. Von **Dr. K. Schreiber**. I. Teil. Mit Abbild. im Text. [IV u. 216 S.] Geb. *M.* 3.—. [II. Teil in Vorbereitung.]

Den jungen Lesern, für die das Buch berechnet ist, werden diese Darstellungen die ihrem Erfindungs- und Konstruktionstrieb im weitesten Maße Rechnung tragen, ganz besonders willkommen sein. Die Kaiser-Wilhelm-Brücke bei Müngsten gibt Anlaß zur Darstellung der Grundgesetze der graphischen Statik. Die Beschreibung der Urftalsperre wird eingeleitet durch die Darlegung der Grundbedingungen des Turbinenbaues. Die technischen Anwendungen der Wärmelehre werden so weit gefördert, daß man den Bau und die Arbeitsweise einer großen Schnellzugslokomotive von Richard Hartmann-Chemnitz und des Maybachmotors der Luftschiffe verstehen kann. Den Schluß bilden die Zentralheizungen, als deren großartigste z. Zt. überhaupt bestehende, das große Dresdner Fernheizwerk beschrieben wird. Die wissenschaftlichen Grundlagen, die der Ingenieur zur Herstellung seiner Werke benutzt hat, sind in möglichst leichtverständlicher Form dargestellt.

Das Prinzip der Erhaltung der Energie. Von **Max Planck**. Von der phil. Fakultät Göttingen preisgekrönt. 3. Auflage. [XVI u. 278 S.] In Leinw. geb. *M.* 6.—

In drei Abschnitten wird behandelt: die historische Entwicklung des Prinzips von seinen Uraufängen bis zu seiner allgemeinen Durchführung in den Arbeiten von Mayer, Joule, Helmholtz, Clausius, Thomson; die allgemeine Definition des Energiebegriffs, die Formulierung des Erhaltungsprinzips nebst einer Übersicht und Kritik über die versuchten Beweise; schließlich die Darlegung, wie man durch Anwendung des Prinzips zu einer einheitlichen Übersicht über die Gesetze der gesamten Erscheinungswelt gelangen kann.

Verlag von **B. G. Teubner** in Leipzig und Berlin

B. G. TEUBNERS HANDBÜCHER FÜR HANDEL UND GEWERBE

HERAUSGEGEBEN VON

DR. VAN DER BORGH
KAIS. PRÄSIDENT A. D. IN BERLIN

DR. SCHUMACHER
PROF. AN DER UNIV. BONN

DR. STEGEMANN
GEH. REG.-RAT IN BRAUNSCHWEIG

Die Handbücher sollen in erster Linie dem Kaufmann und Industriellen ein geeignetes Hilfsmittel bieten, sich rasch ein wohlbegründetes Wissen auf den Gebieten der Handels- und der Industrielehre, der Volkswirtschaft und des Rechtes, der Wirtschaftsgeographie und der Wirtschaftsgeschichte zu erwerben, wie es die erhöhten Anforderungen des modernen Wirtschaftslebens erfordern. Aber auch allen Volkswirtschaftlern und Politikern sowie den Verwaltungs- und Steuerbehörden wird die Sammlung willkommen sein, da sie in ihr die so oft nötigen zuverlässigen Nachschlagewerke über die verschiedenen kaufmännischen und industriellen Fragen finden werden.

Sozialpolitik. Von O. v. Zwiedineck-Südenhorst. [IX u. 450 S.] gr. 8. Geh. *M* 9.20, in Leinwand geb. *M* 10.—

Das Genossenschaftswesen in Deutschland. Von W. Wyzod-
zinski. [VI u. 287 S.] gr. 8. Geh. *M* 6.—, in Leinwand geb. *M* 6.80.

Die Bilanzen der privaten Unternehmungen. Mit beson-
derer Berücksichtigung der Aktiengesellschaften, Gesellschaften m. b. H., Genossenschaften und Gewerkschaften, der Bank-, Versicherungs- und Eisenbahnunternehmungen. Von R. Passow. [XII u. 355 S.] gr. 8. Geh. *M* 8.40, in Leinwand geb. *M* 9.—

Versicherungswesen. Von A. Manes. 2. Auflage. [XVI u. 485 S.] gr. 8. Geh. *M* 11.—, in Leinwand geb. *M* 12.—

Anlage von Fabriken. Von H. Haberstroh, E. Weidlich, E. Görts und R. Stegemann. Mit 274 Abbild. und Plänen sowie 6 Tafeln. [XIII u. 528 S.] gr. 8. Geh. *M* 12.—, in Leinwand geb. *M* 12.80.

Betrieb von Fabriken. Von F. W. R. Zimmermann, A. Johanning, H. v. Frankenberg u. R. Stegemann. Mit 3 Abbild. u. zahlr. Formularen. [VI u. 436 S.] gr. 8. Geh. *M* 8.—, in Leinwand geb. *M* 8.60.

Einführung in die Elektrotechnik. Physikal. Grundlagen u. techn. Ausführungen. Von R. Rinkel. Mit 445 Abbild. im Text. [VI u. 464 S.] gr. 8. Geh. *M* 11.20, in Leinw. geb. *M* 12.—

Die Eisenindustrie. Von Oskar Simmersbach. Mit 92 Abbild. [X u. 322 S.] gr. 8. Geh. *M* 7.20, in Leinwand geb. *M* 8.—

Die chemische Industrie. Von Gustav Müller. Unter Mitwirkung von Fritz Bennigson in Berlin. [VIII u. 488 S.] gr. 8. Geh. *M* 11.20, in Leinwand geb. *M* 12.—

Chemische Technologie. Von Fr. Heusler. Mit 126 Abb. [XVI u. 351 S.] gr. 8. Geh. *M* 8.—, in Leinw. geb. *M* 8.60.

Die Zuckerindustrie. gr. 8. Geh. *M* 7.40, in Leinwand geb. *M* 7.80.

Einzeln: I. Teil: Die Zuckerfabrikation. Von Dr. H. Claassen und W. Bartz. Mit 79 Abbildungen. [X u. 270 S.] Geh. *M* 5.60, in Leinwand geb. *M* 6.— II. Teil: Der Zuckerhandel. Von O. Pilet. [IV u. 92 S.] Geh. *M* 1.80, in Leinwand geb. *M* 2.20.

Die Zuckerproduktion der Welt. Von H. Paasche. [VI u. 338 S.] gr. 8. Geh. *M* 7.40, in Leinw. geb. *M* 8.—

Weitere Bände befinden sich in Vorbereitung.

Ausführlicher Prospekt auf Verlangen kostenfrei vom Verlage
B. G. Teubner, Leipzig und Berlin.

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher
Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Jeder Band ist
einzeln käuflich



Geheftet M. 1.20,
gebunden M. 1.50

Verlag B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Verzeichnis der bisher erschienenen Bände innerhalb der Wissenschaften alphabetisch geordnet
Werke, die mehrere Bände umfassen, auch in einem Band gebunden erhältlich

I. Religion und Philosophie.

- Ästhetik.** Prof. Dr. R. Hamann. (Bd. 345.)
Aufgaben u. Ziele d. Menschenlebens. Von Prof. Dr. F. Ueberschär. 4. Aufl. (Bd. 12.)
Bergson, Henri, der Philosoph moderner Religiösität. Von Pfarrer Dr. E. Ott. (Bd. 480.)
Berkeley siehe **Lodge, Berkeley, Hume.**
Buddha, Leben u. Lehre d. B. Von weil. Prof. Dr. R. Bischof. 3. Aufl., durchges. von Prof. Dr. S. Bader. Mit 1 Titelbild u. 1 Taf. (Bd. 109.)
Calvin, Johann. Von Pfarrer Dr. G. Sodeur. Mit 1 Bildnis. (Bd. 247.)
Christentum. Aus der Verberzeit des Chr. Von Prof. Dr. J. Geisler. 2. Aufl. (Bd. 54.)
Christentum und Weltgeschichte seit der Reformation. Von Prof. Dr. R. Sell. 2 Bde. (Bd. 297. 298.)
— **Hebe Jesus, Mystik im Christentum.**
Ethik. Grundzüge der E. Von E. Ventcher. (Bd. 397.)
— **1. a. Aufg. u. Ziele, Sexualethik, sittl. Lebensanschauungen, Willensfreiheit, Freimaurerei, Die Anschauungswelt u. Geschichte.** Von weil. Geh. Rat Dr. L. Keller. (Bd. 463.)
Griechische Religion siehe **Religion.**
Handschristenbeurteilung, Die. Eine Einführung in die Psychol. d. Handschrift. Von Prof. Dr. G. Schneidmühl. Mit 51 Handschriftennachbild. (Bd. 514.)
Heidentum siehe **Mystik.**
Hellenistische Religion siehe **Religion.**
Hume siehe **Lodge, Berkeley, Hume.**
Hypanotismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömer. 2. Aufl. (Bd. 199.)
Jesuiten, Die. Eine histor. Skizze. Von Prof. Dr. S. Boehmer. 4. Aufl. (Bd. 49.)
Jesus, Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Pfarrer Dr. B. Mehlhorn. 2. Aufl. (Bd. 137.)
— **Die Gleichnisse Jesu.** Von Prof. Dr. S. Wetzel. 4. Aufl. (Bd. 46.)
Israelitische Religion siehe **Religion.**
Kant, Immanuel, Darstellung und Würdigung. Von weil. Prof. Dr. O. Külpe. 4. Aufl. hrsg. v. Prof. Dr. A. Meiser. M. 1 Bildn. (Bd. 146.)
Kirche f. **Staat u. Kirche.**
Kriminalpsychologie f. **Psychologie d. Verbrechers, Handschriftenbeurteilung.**
Lebensanschauungen f. **Sittl. L.**
Lodge, Berkeley, Hume, Die großen engl. Philos. Von Oberlehrer Dr. B. Thormeyer. (Bd. 481.)
Luther, Martin L. u. d. deutsche Reformation. Von Prof. Dr. W. Köhler. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis Luthers. (Bd. 515.)
— **f. auch von L. zu Bismarck Abt. IV. Mechanik d. Geisteslebens, Die. B. Geh. Medizinalrat Direktor Prof. Dr. M. Berworn. 3. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 200.)**
Mission, Die evangelische. Von Pastor S. Baudert. (Bd. 406.)
Mystik in Deutschland u. Christentum. Von Prof. Dr. E. Lehmann. 2. Aufl. (Bd. 217.)
Mythologie, Germanische. Von Prof. Dr. J. von Negelein. 2. Aufl. (Bd. 95.)
Naturphilosophie, Die moderne. Von Prof. Dr. J. M. Berworn. (Bd. 491.)
Nalastina und seine Geschichte. Von weil. Prof. Dr. S. Frh. v. Eoden. 3. Aufl. M. 2 Kart., 1 Plan u. 6 Ansicht. (Bd. 6.)
— **V. u. f. Kultur in 5 Jahrtausenden. Nach den neuesten Ausgrabungen und Forschungen dargestellt von Oberl. Dr. B. Thomsen. 2. neubearb. Aufl. M. 37 Abb. (Bd. 260.)**
Paulus, Der Apostel, u. sein Werk. Von Prof. Dr. E. Bischer. (Bd. 309.)
Philosophie, Die. Von Realschuldirekt. H. Richter. 2. Aufl. (Bd. 186.)
— **Einführung in die Ph.** Von Prof. Dr. R. Richter. 3. Aufl. von Dr. R. Brahn. (Bd. 155.)
— **Führende Denker, Geschichte Einleit. in die Philosophie.** Von Prof. Dr. J. Ehn. 3. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 176.)
— **Religion und Ph. im alten Orient.** Von Prof. Dr. E. von Aster. (Bd. 521.)
— **Die Ph. d. Gegenw. in Deutschland.** Von Prof. Dr. O. Külpe. 6. Aufl. (Bd. 41.)
— **Philosophisches Wörterbuch.** Von Oberlehrer Dr. B. Thormeyer. (Bd. 520.)
— **1. a. Ethik, Naturphil., Weltansch.**

Psychologie, Einführ. i. d. Bl. B. Prof. Dr. E. von Aster. Mit 4 Abb. (Bd. 492.)
— **Psychologie d. Kindes**. B. Prof. Dr. R. Gaupp. 3. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 213.)
— **Psychologie d. Verbrechers**. (Kriminalpsychol.) B. Strafanstaltsdir. Dr. med. B. Pollig. 2. Aufl. M. 5 Diagr. (Bd. 248.)
— **Einführung in die experiment. Psychologie**. Von Dr. R. Braunschauen. Mit 17 Abbildungen im Text. (Bd. 484.)
— **s. auch** Handschriftenbeurteilg., Hypnotismus u. Sugg. Mechanik d. Geistesleb., Seele d. Mensch., Veranlagung u. Vererb., Willensfreiheit; Pädagog. Abt. II.
Reformation siehe Calvin, Luther.
Religion. Die Stellung der R. im Geistesleb. B. Lic. Dr. P. Kalweit. (Bd. 225.)
— **Relig. u. Philosophie im alten Orient**. Von Prof. Dr. E. von Aster. (Bd. 521.)
— **Die Religion der Griechen**. Von Prof. Dr. E. Samter. M. Bilderanb. (Bd. 457.)
— **Hellenistisch-röm. Religionsgesch.** Von Hofpredig. Lic. A. Jacoby. (Bd. 584.)
— **Die Grundzüge der israel. Religionsgeschichte**. Von weil. Prof. Dr. Fr. Giesebrecht. 2. Aufl. (Bd. 52.)
— **Religion und Naturwissenschaft im Kampf und Frieden**. Von Pfarrer Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)
— **Die relig. Strömungen der Gegenwart**. Von Superintendent. D. A. S. Braasch. 2. Aufl. (Bd. 66.)
— **s. a.** Bergson, Buddha, Calvin, Christentum, Luther.
Rousseau. Von Prof. Dr. P. Henkel. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 180.)
Schopenhauer. Von Realschuldir. S. Richter. 3. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 81.)
Seele des Menschen. Die. Von Geh. Rat Prof. Dr. J. Rehmke. 4. Aufl. (Bd. 36.)
— **siehe auch** Psychologie.

Seruaethik. Von Prof. Dr. S. E. Tismerding. (Bd. 592.)
Sinne d. Menschen. D. Sinnesorgane und Sinnesempfindungen. Von Prof. Dr. J. R. Kreibitz. 3. verb. Aufl. Mit 30 Abbildungen. (Bd. 27.)
Sittl. Lebensanschauungen d. Segenw. B. weil. Prof. Dr. O. Kirn. 3. Aufl. durchgef. von Prof. D. E. Stephan. — **s. a.** Ethik, Seruaethik. (Bd. 177.)
Spencer, Herbert, Von Dr. R. Schwarze. Mit 1 Bildnis. (Bd. 245.)
Staat und Kirche in ihrem gegenseitigen Verhältnis seit der Reformation. Von Pastor Dr. A. Pfannkuche. (Bd. 485.)
Sternglauben und Sterndeutung. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. Fr. Poll. Mit 20 Abb. (Bd. 638.)
Suggestion s. Hypnotismus.
Leitament, Neues. Der Text d. N. L. nach seiner geschichtl. Entwickl. B. Div.-Pfarr. A. Pott. Mit 8 Taf. (Bd. 134.)
Theologie. Einführung in die Theologie. Von Pastor M. Cornils. (Bd. 347.)
Veranlagung u. Vererbung. Geistige. B. Dr. phil. et med. G. Sommer. (Bd. 512.)
Weltanschauung. Griechische. Von Prof. Dr. M. Bunt. 2. Aufl. (Bd. 329.)
Weltanschauungen, D., d. groß. Philosophen d. Neuzeit. B. weil. Prof. Dr. S. Baile. 6. Aufl., hrsg. v. Geh. Hofrat Prof. Dr. R. Faldenberg. (Bd. 56.)
— **siehe auch** Philosophie.
Weltentstehung. Entsteh. d. W. u. d. Erde nach Sage u. Wissenschaft. Von Prof. Dr. M. B. Weinstein. 2. Aufl. (Bd. 223.)
Weltuntergang. Untergang der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft. B. Prof. Dr. M. B. Weinstein. (Bd. 470.)
Willensfreiheit. Das Problem der W. Von Prof. Dr. G. F. Lipps. (Bd. 335.)
— **s. a.** Ethik, Mechan. d. Geistesleb., Psychol.

II. Pädagogik und Bildungswesen.

Amerikanisches Bildungsweisen siehe Techn. Hochschulen, Universitäten, Volksschule.
Berufswahl. Vergabung u. Arbeitsleistung in ihren gegenseitigen Beziehungen. Von W. J. Ruttman. M. 7 Abb. (Bd. 522.)
Bildungsweisen. D. deutsche, in s. geschichtl. Entwickl. B. weil. Prof. Dr. Fr. Paulsen. 3. Aufl. Von Prof. Dr. W. Mäuch. M. Bildn. Paulsens. (Bd. 100.)
— **s. auch** Volksbildungswesen.
Deutsches Ringen u. Kraft u. Schönheit. Von Turninsp. R. Müller. (Bd. 188.)
Erziehung. G. zur Arbeit. Von Prof. Dr. Ed. Lehmann. (Bd. 459.)
— **Moderne G. in Haus und Schule**. Von F. Tems. 2. Aufl. (Bd. 159.)
— **siehe auch** Großstadtpädagogik.
Fortbildungsschulwesen. Das deutsche. Von Dir. Dr. F. Schilling. (Bd. 256.)
Fröbel, Friedrich. Von Dr. Joh. Bräuer. Mit 1 Tafel. (Bd. 82.)

Großstadtpädagog. B. F. Tems. (Bd. 327.)
— **siehe** Erz. ch., Schulkämpfe d. Segenw. Handschriftenbeurteilung. Die. Eine Einführ. in die Psychol. der Handschrift. B. Prof. Dr. G. Schneidemühl. Mit 51 Handschriftennachbildungen. (Bd. 514.)
Herbarts Lehren und Leben. Von weil. Pastor Dr. O. Flügel. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis Herbarts. (Bd. 144.)
Hilfsschulwesen. Vom. Von Rektor Dr. B. Maennel. (Bd. 73.)
Hochschulen s. Techn. Hochschulen u. Unt. Jugendfürsorge, Öffentl. B. Wattenhaubdir. Dr. J. Peterlen. (Bd. 161, 162.)
Jugendpflege. Von Fortbildungsschullehrer B. Wiemann. (Bd. 434.)
Knabenhandarbeit. Die. in der heutigen Erziehung. B. Sem.-Dir. Dr. A. Pabst. Mit 21 Abb. u. Titelbild. (Bd. 140.)
Lehrerbildung siehe Volksschule und Lehrerbildung der Verein. Staaten.

Leibesübungen siehe Abt. V.
Mädchenschule, D. höher, in Deutschland.
B. Oberlehrerin M. Martin. (Bd. 65.)
Mittelschule s. Volks- u. Mittelsch.
Pädagogik, Allgemeine. Von Prof. Dr.
Th. Biegler. 4. Aufl. (Bd. 33.)
— Experimentelle P. mit bes. Rücksicht
auf die Erzieh. durch die Lat. Von Dr. W.
A. Fay. 2. Aufl. Mit 2 Abb. (Bd. 224.)
— s. Erzieh., Großstadtpäd., Handschriften-
beurteilung, Bischol., exp., Fisch. b.
Kindes, Verantw. u. Vererb. Abt. I.
Geitalozzi. Leben und Ideen. Von Geh.
Reg.-Rat Prof. Dr. B. Ratorp. 2. Aufl.
Mit Bildn. u. 1 Briefsamml. (Bd. 250.)
Rousseau. Von Prof. Dr. B. Hensel.
2. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 180.)
Schule siehe Fortbildungs-, Hilfschulwes.,
Techn. Hoch-, Mädch., Volksschule, Univ.
Schulhygiene. Von Prof. Dr. L. Bur-
gerstein. 3. Aufl. M. 33 Fig. Bd. 96.)
Schulkämpfe der Gegenwart. Von F.
Tewes. 2. Aufl. (Bd. 111.)
— siehe Erziehung, Großstadtpäd.
Student. Der Leipziger, von 1409 bis
1909. Von Dr. W. Bruchmüller.
Mit 25 Abb. (Bd. 273.)

Studententum, Geschichte des deutschen St.
Von Dr. W. Bruchmüller. (Bd. 477.)
Technische Hochschulen in Nordamerika.
Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. S. Mü-
ller. Mit zahlr. Abbild., Karte u. Lage-
plan. (Bd. 190.)
Universität, über Universitäten u. Uni-
versitätsstud. V. Prof. Dr. Th. Zieg-
ler. Mit 1 Bildn. Humb. Ids. (Bd. 411.)
— Die amerikanische Univerf. Von Ph.
D. E. D. Perry. Mit 22 Abb. (Bd. 206.)
Unterrichtswesen, Das deutsche, der Gegen-
wart. Von Geh. Studienrat Oberreal-
schuldir. Dr. R. Knabe. (Bd. 299.)
Volkswesen, Das moderne. Wü-
cher- und Lehrenten, Volkshochschulen
und verwandte Bildungseinrichtungen in
den wicht. Kulturländern. V. S. adtbl.
Dr. G. Friß. Mit 14 Abb. (Bd. 266.)
Volk- und Mittelschule, Die preussische,
Entwicklung und Ziele. Von G. h. Reg.-
u. Schulrat Dr. A. Sachse. (Bd. 432.)
Volksschule und Lehrerbildung der Ber-
einigten Staaten. Von Dir. Dr. F. Kun-
vers. M. 48 Abb. u. Titelf. (Bd. 150.)
Zeichenkunst, Der Weg zur Z. Von Dr. E.
Weber. Mit 82 Abb. u. 1 Taf. (Bd. 430.)

III. Sprache, Literatur, Bildende Kunst und Musik.

Architektur siehe Baukunst und Renais-
sancearchitektur.
Ästhetik. Von Prof. Dr. R. Hamann.
— siehe auch Poetik. (Bd. 345.)
Baukunst, Deutsche V. im Mittelalter. Von
Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Mat-
thaei. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. i. L.
u. auf 2 Doppeltafeln. (Bd. 8.)
— Deutsche B. seit dem Mittelalter bis z.
Ausg. des 18. Jahrh. Von Geh. Reg.-
Rat Prof. Dr. A. Matthaei. Mit 62
Abb. und 3 Tafeln. (Bd. 326.)
— Deutsche B. im 19. Jahrh. Von Geh.
Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. Mit
35 Abb. (Bd. 453.)
— siehe auch Renaissancearchitektur.
Beethoven siehe Handb.
Bildenden Kunst, Bau und Leben der. Von
Dir. Prof. Dr. Th. Volbehr. 2. Aufl.
Mit 44 Abb. (Bd. 68.)
— siehe auch Baukunst, griech. Kunst,
Impressionismus, Kunst, Maler, Ma-
lerer, Stile.
Björnson siehe Ibsen.
Buch, Wie ein Buch entsteht siehe Abt. VI.
— s. auch Schrift- u. Buchwesen Abt. IV.
Decorative Kunst des Altertums, Von Dr.
Fr. Boulton. M. 112. (Bd. 454.)
Deutschliche Baukunst, Drama, Frauen-
dichtung, Selbstenage, Kunst, Literatur, Ph-
rit, Maler, Malerei, Pionennamen, Ro-
mantik, Sprache, Volkslied, Volksfrage.

Drama, Das. Von weiland Dr. B. Hufse.
M. 3 Abb. 3 Bde. I: Von d. Antike z.
franz. Klassizismus. 2. Aufl. neubearb.
von Oberlehrer Dr. N. Kiedlich u. Prof.
Dr. Glaeser. II: Von Berlioz bis
Weimar. III: Von der Romantik zur
Gegenwart. (Bd. 287/289.)
Drama, D. dtische. D. d. 19. Jahrh. 3. f.
Entwickelg. v. Prof. Dr. G. Witkowski.
4. Aufl. M. Bildn. Hebbels. (Bd. 51.)
— siehe auch Grillparzer, Hauptmann,
Hebbel, Ibsen, Lessing, Literatur, Schil-
ler, Schatepeare, Theater.
Französische Roman, Der, und die So-
v. lle. Von D. Flate. (Bd. 377.)
Frauendichtung, Geschichte der deutschen F.
seit 1800. Von Dr. S. Spiers. Mit
3 Bildnissen auf 1 Tafel. (Bd. 390.)
Fremdwortkunde. Von Dr. Elise Rich-
ter. (Bd. 570.)
Gartenkunst siehe Abt. VI.
Griechische Komödie, Die. Von Prof. Dr.
A. Körte. M. Titelf. u. 2 Taf. (Bd. 400.)
Griechische Kunst, Die Mäteszeit der a. R.
im Spiegel der Reliefarkophage. Eine
Einführ. i. d. griech. Plastik. V. Dr. G.
Wachtler. M. 8 Taf. u. 32 Abb. (Bd. 272.)
— siehe auch Deloräve Kunst.
Griechische Tragödie, Die. Von Prof. Dr.
J. Geffken. Mit 1 Plan u. Abb. (Bd. 566.)
Grillparzer, Franz. Der Mann u. d. Welt.
V. Prof. Dr. A. Kleinberg. M. Bildn.
Harmonium s. Tasteninstrum. (Bd. 513.)

- Hauptmann, Gerhart. V. Prof. Dr. E. Sulger-Gebing. 2. verb. u. vermehrte Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 283.)
Handn. Mozart, Beethoven. Von Prof. Dr. C. Krebs. 2. Aufl. Mit 4 Bildn. (Bd. 92.)
Hebbel, Friedrich. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. O. Walzel. M. 1 Bildn. (Bd. 408.)
Helden Sage. Die germanische. Von Dr. J. W. Bruinier. (Bd. 486.)
— siehe auch Volks Sage.
Homerische Dichtung. Die. Von weil. Rektor Dr. G. Finsler. (Bd. 496.)
Jhnen, Björnson u. i. Zeitgenossen. V. weil. Prof. Dr. B. Kahle. 2. Aufl. v. Dr. G. Morgenstern. M. 7 Bildn. (Bd. 193.)
Impressionismus. Die Maler des J. Von Prof. Dr. B. Lazar. Mit 32 Abb. u. 1 farb. Tafel (Bd. 395.)
Instrumente f. Tasteninstrum., Orchester. Klavier siehe Tasteninstrumente.
Komödie siehe Griech. Komödie.
Kunst. Das Wesen der deutschen bildend. K. Von Geh. Rat Prof. Dr. S. Rhode. Mit 156. (Bd. 585.)
— Deutsche K. im tägl. Leben bis zum Schlusse d. 18. Jahrh. V. Prof. Dr. B. Haendke. Mit 63 Abb. (Bd. 198.)
— f. a. Baukunst, Bild., Dekor., Griech., Ostasiat. K., Pompeji, Stile; Garten, Abt. VI.
Kunstpflege in Haus und Heim. Von Superint. R. Bärkner. 2. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 77.)
Lessing. Von Dr. Ch. Schrenk. Mit einem Bildnis. (Bd. 403.)
Literatur. Entwicklung der deutschen L. seit Goethes Tod. Von Dr. W. Brecht. (Bd. 595.)
— f. auch Sturm und Drang.
Luft. Geschichte d. deutsch. L. f. Claudius. B. Dr. S. Spiero. 2. Aufl. (Bd. 254.)
— siehe auch Freundschaft, Literatur, Minne Sang, Volkslied.
Maler. Die altdeutschen, in Süddeutschland. Von H. Remis. Mit 1 Abb. i. Text und Bilderanhang. (Bd. 464.)
— f. a. Michelangelo, Impression.
Malerei. Die deutsche, im 19. Jahrh. Von Prof. Dr. R. Hamann. 2 Bände Text, 2 Bände mit 57 ganzseitigen und 200 halbseitigen Abb., auch in 1 Halbvergamentbb. 3v. M. 7. (Bd. 448—451.)
— Niederländische M. im 17. Jahrh. Von Prof. Dr. S. Fanzon. Mit 37 Abb. — siehe auch Rembrandt. (Bd. 373.)
Märchen f. Volksmärchen.
Michelangelo. Von Prof. Dr. G. Silberbrandt. Mit 44 Abb. (Bd. 392.)
Minne Sang. Von Dr. J. W. Bruinier. Mozart siehe Handn. (Bd. 404.)
Musik. Die Grundlagen d. Tonkunst. Versuch einer genet. Darstell. d. allg. Musiklehre. V. Prof. Dr. S. Rietsch. (Bd. 178.)
Musik. Musikalische Kompositionsformen. Von S. G. Kallenberg. Bd. I: Die elementar. Tonverbindungen als Grundlage d. Harmonielehre. Bd. II: Kontrapunkt u. Formenlehre. (Bd. 412, 413.)
— Geschichte der Musik. Von Dr. A. Einstein. (Bd. 438.)
— Beispielsammlung zur Musikgeschichte. Von Dr. A. Einstein. (Bd. 439.)
— Musikal. Romantik. Die Blütezeit d. m. K. in Deutschland. Von Dr. E. J. Hel. Mit 1 Schulheute. (Bd. 239.)
— f. a. Handn. Mozart, Beethoven, Oper, Orchester, Tasteninstrumente, Wagner.
Mythologie. Germanische. Von Prof. Dr. J. v. Negelein. 2. Aufl. (Bd. 95.)
— siehe auch Volks Sage, Deutsche.
Niederländische Malerei f. Malerei.
Novelle siehe Roman.
Oper. Die moderne. Vom Tode Wagners bis zum Weltkrieg (1873—1914). Von Dr. E. J. Hel. Mit 3 Bildn. (Bd. 495.)
— siehe auch Handn., Wagner.
Orchester. D. Instrumente d. D. V. Prof. Dr. Fr. Polbach M. 60 Abb. (Bd. 384.)
— Das moderne Orchester in seiner Entwicklung. Von Prof. Dr. Fr. Polbach. Mit Partiturbeisp. u. 3 Taf. (Bd. 308.)
Orgel siehe Tasteninstrumente.
Oriental. Kunst u. ihre Einwirk. a. Europa. V. Dr. Prof. Dr. R. Graul. 492 Abb. (Bd. 87.)
Personennamen. D. deutsch. B. Geh. Studienrat A. Bähnisch. 2. A. (Bd. 296.)
Perspektive. Grundzüge der P. nebst Anwendungen. Von Prof. Dr. R. Döehle- mann M. 91 Fig. u. 11 Abb. (Bd. 510.)
Phonetik. Einführ. in d. Ph. Wie wir sprechen. Von Dr. E. Richter. Mit 20 Abb. (Bd. 354.)
Photographie. Die künstlerische. Von Dr. W. Barhat. Mit 12 Taf. (Bd. 410.)
— f. auch Photographie Abt. VI.
Plastik f. Griech. Kunst, Michelangelo.
Poesie. Von Dr. R. Müller-Freienfels. (Bd. 460.)
Pompeii. Eine hellenist. Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 272.)
Projektionslehre. Von Zeichenlehrer A. Schudeischn. M. 156. (Bd. 564.)
Rembrandt. Von Prof. Dr. B. Silberbrandt. Mit 50 Abb. (Bd. 158.)
Renaissancearchitektur in Italien. Von Dr. B. Franke. 2 Bde. I. M. 12 Taf. u. 27 Textabb. II. M. 156. (Bd. 381/382.)
Rhetorik. Von Lektor Prof. Dr. E. Geißler. 2 Bde. I. Richtlinien für die Kunst des Sprechens. 2. Aufl. II. Anweisungen zur Kunst der Rede. (Bd. 455/456.)
— siehe auch Sprache; Stimme Abt. V.
Roman. Der französische Roman und die Novelle. Von D. Plate. (Bd. 377.)
Romantik. Deutsche. V. Geh. Hofrat Prof. Dr. O. Walzel. 4. A. (Bd. 232/233.)
Sage siehe Helden Sage, Volks Sage, Mythol.

Schiller. Von Prof. Dr. Th. Biegler. Mit 1 Bildn. 3. Aufl. (Bd. 74.)
Schillers Dramen. Von Frohmannsaldirektor E. Heusermann. (Bd. 493.)
Shakespeare und seine Zeit. Von weil. Prof. Dr. E. Siever. M. 3 Abb. 2. Aufl. (Bd. 185.)
Sprache. Die Haupttypen des menschlich. Sprachbaus. Von weil. Prof. Dr. F. R. Fird. (Bd. 268.)
 — Die deutsche Sprache von heute. Von Dr. W. Fischer. (Bd. 475.)
 — Fremdwortkunde. Von Dr. Elise Richter. (Bd. 570.)
 — siehe auch Phonetik, Rhetorik; ebenso Sprache u. Stimme Abt. V.
Sprachstämme des Erdkreises. Von weil. Prof. Dr. F. R. Fird. 2. Aufl. (Bd. 267.)
Sprachwissenschaft. Von Prof. Dr. R. Sandfeld-Jensen. (Bd. 472.)
Stile. Die Entwicklungsgech. d. St. in der bild. Kunst. Von Dozent Dr. E. Cohn-Wiener. 2 Bde. 2. Aufl. I.: B. Altertum bis zur Gotik. M. 66 Abb. II.: Von der Renaissance bis zur Gegenwart. Mit 39 Abb. (Bd. 317/318.)

Sturm und Drang. Von Prof. Dr. R. Unger. (Bd. 589.)
Tasteninstrumente. Klavier, Orgel, Harmonium. V. Prof. Dr. O. Die. (Bd. 325.)
Theater. Das Schauspielhaus u. -kunst v. griech. Altert. bis auf d. Gegenw. V. Prof. Dr. C. h. r. G. a e h b e. 2. Aufl. 18 Abb. (Bd. 230.)
Tonkunst siehe Musik
Tragödie s. Griech. Tragödie.
Urheberrecht siehe Abt. VI.
Volkslied. Das deutsche über Wesen und Werden d. deutlichen Volksesanges. Von Dr. F. W. Bruhier. 5. Aufl. (Bd. 7.)
Volksmärchen. Das deutsche V. Von Farrer R. S. v. i. e. (Bd. 587.)
Volkslied. Die deutsche. Übersicht dargestellt v. Dr. O. Böckel. 2. Aufl. (Bd. 262.)
 — siehe auch Heldenlage, Mythologie
Wagner. Das Kunstwerk Richard Wagners. Von Dr. E. F. i. e. l. Mit Bildn. (Bd. 330.)
 — siehe auch Musik. Romantik u. Oper.
Zeichenkunst. Der Weg zur 3. Von Dr. E. W. e. b. e. r. M. 82 Abb. u. 1 Tai. (Bd. 430.)
 — i. auch Perspektive, Projektionslehre.
Zeitungswesen. V. Dr. G. Diez. (Bd. 328.)

IV. Geschichte, Kulturgeschichte und Geographie.

Alpen. Die. Von G. Meishauer. Mit 26 Abb. und 2 Karten. (Bd. 276.)
Altertum. Das, im Leben der Gegenwart. B. Prov.-Schul- u. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. B. Cauer. 2. Aufl. (Bd. 356.)
Amerika. Gesch. d. Verein. Staaten u. A. V. Von Dr. E. Daenell. 2. Aufl. (Bd. 147.)
Amerikaner. Die. V. R. M. Butler. Dtsch. v. Prof. Dr. Tassowski. (Bd. 319.)
 — s. Volksschule u. Lehrerbild.; Technische Hochschulen, Univers. Amerikas Abt. II.
Antike Wirtschaftsgeschichte. Von Dr. O. Neurath. 2. Aufl. (Bd. 258.)
Antikes Leben nach den ägyptischen Papyri. Von Geh. Postrat Prof. Dr. Fr. Breisigke. Mit 1 Tafel. (Bd. 565.)
Arbeiterbewegung s. Soziale Bewegungen.
Australien und Neuseeland. Land, Leute und Wirtschaft. Von weil. Prof. Dr. R. Schachner. Mit 23 Abb. (Bd. 366.)
Babylonische Kultur. Die, i. Verbreit. u. i. Nachwirkungen auf d. Gegenw. V. Prof. Dr. F. C. Lehmann-Haupt. (Bd. 579.)
Baltisch. Provinzen. V. Dr. B. Tornius. 2. Aufl. M. 8 Abb. u. 2 Kartenst. (Bd. 542.)
Bauernhaus. Kulturgeschichte des deutschen V. Von Baurat Dr.-Ing. Chr. Rand. 2. Aufl. Mit 70 Abb. (Bd. 121.)
Bauernstand. Gesch. d. dtsh. V. B. Prof. Dr. S. Gerdes. M. 21 Abb. (Bd. 320.)
Belgien. Von Dr. B. Oskwald. 2. verbess. Aufl. M. 5 Kart. (Bd. 501.)
Bismarck und seine Zeit. Von Professor Dr. B. Valentin. Mit einem Bildn. Bismarcks. (Bd. 500.)

Brandenburg-preuß. Gesch. Von Archivassistent Dr. Fr. Zisrael. 2 Bde. I. B. d. ersten Anfängen b. z. Tode Königs Fr. Wilhelms I. 1740. II. B. der Regier. Friedrichs d. Gr. b. zum Ausbruch des Weltkrieges. (Bd. 440/441.)
Bulgarien. Von Otto Müller-Neudorf. (Bd. 597.)
Bürger im Mittelalter s. Städte.
Byzant. Charakterköpfe. V. Privatdoz. Dr. A. Dieterich. Mit 2 Bildn. (Bd. 244.)
Calvin. Johann. Von Pfarrer Dr. G. Sodeur. Mit 1 Bildnis. (Bd. 247.)
Christentum u. Weltgeschichte seit der Reformation. Von Prof. D. Dr. R. Sell. 2 Bde. (Bd. 297/298.)
Deutsch siehe Bauernhaus, Bauernstand, Dorf, Feste, Frauenleben, Geschichte, Handel, Handwerk, Jahresfeste, Reich, Staat, Städte, Verfassung, Verfassungskr., Volksstämme, -trachten, Wirtschaftsl. usw.
Deutschtum im Ausland. Das. Von Prof. Dr. R. Hoeningcr. (Bd. 402.)
Dorf. Das deutsche. Von R. Mielle. 2. Aufl. Mit 51 Abb. (Bd. 192.)
Epizent. Die, und der vorgech. Atische Mensch. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. G. Steinmann. 2. Aufl. M. 24 Abbildungen. (Bd. 302.)
England u. Deutschland i. ihr. Beziehungen v. Mittelalter b. z. Gegenw. V. Prof. Dr. W. Langenbed. (Bd. 543.)
 — Englands Weltmacht in ihrer Entwicklung vom 17. Jahrhundert bis auf unsere Tage. V. Prof. Dr. W. Langenbed. 2. Aufl. Mit 8 Bildn. (Bd. 174.)

- Entdeckungen. Das Zeitalter der G. Von Prof. Dr. S. Günther. 3. Aufl. Mit 1 Weltkarte. (Bd. 26.)
- Erde siehe Mensch u. G.
- Erdfunde f. Wirtsch. Erdl., Geogr.
- Europa. Vorgeschichte G.'s. Von Prof. Dr. S. Schmidt. (Bd. 571/572.)
- Familienforschung. Von Dr. E. De-
vrient. M. 7 Abb. u. 2 Taf. (Bd. 350.)
- Feste, Deutsche, u. Volksbräuche. B. Priv.-
Doz. Dr. C. Fehrlé. M. 30 Abb. (Bd. 518.)
- Französische Geschichte. I.: Das franzö-
sische Königstum. Von Prof. Dr. R.
Schwemer. (Bd. 574.)
- siehe auch Napoleon, Revolution.
- Frauenbewegung. Die moderne. Ein ge-
schichtlicher Abriss. Von Dr. R. Schir-
macher. 2. Aufl. (Bd. 67.)
- Frauenleben. Deutsch., i. Wandel d. Jahr-
hunderte. Von Geh. Schulrat Dr. Ed.
Otto. 2. Auflage. (Bd. 45.)
- Friedrich d. Gr. B. Prof. Dr. Th. Wite-
ter auf. 2. A. M. 2 Bld. (Bd. 246.)
- Gartenkunst. Geschichte d. G. B. Baurat
Dr.-Ing. Chr. Rand. Mit 41 Abb. (Bd. 274.)
- Geographie der Vorkwelt (Paläogeogra-
phie). Von Priv.-Doz. Dr. E. Dacau s.
Mit 21 Abb. (Bd. 619.)
- Geologie siehe Abt. V.
- German. Heldensage s. Heldensf.
- Germanische Kultur in der Urzeit. Von
Geh.-Rat. Bibliotheksdir. Prof. Dr. G.
Steinhilber. 3. Aufl. Mit 13 Abb. (Bd. 75.)
- Geschichte. Deutsche. Skizzen zur Entwic-
klungsgeichte d. deutschen Einheit. Von
Prof. Dr. R. Schwemer. 3 Bde. I.:
Von 1800—1848. Restauration u. Re-
volution. 3. Aufl. (Bd. 37.) II.: Von
1848—1862. Die Reaktion u. die neue
Ara. 2. Aufl. (Bd. 101.) III.: B. 1862—1871.
B. Bund u. Reich. 2. Aufl. (Bd. 102.)
- der Römer f. Römer.
- Griechentum. Das G. in seiner geschicht-
lichen Entwicklung. Von Prof. Dr. R.
v. Scala. Mit 46 Abb. (Bd. 471.)
- Griechische Städte. Kulturbilder aus gr.
St. Von Professor Dr. C. Ziebart h.
2. A. M. 23 Abb. u. 2 Taf. (Bd. 131.)
- Handel. Geschichte d. Welthandels. Von
Realschulrat-Dir. Prof. Dr. M. G.
Schmidt. 3. Aufl. (Bd. 118.)
- Geschichte des deutschen Handels. Von
Prof. Dr. W. Langenbeck. Bd. 237)
- Handwerk. Das deutsche, in seiner kultur-
geschichtl. Entwickl. B. Geh. Schulrat
Dr. E. Otto. 4. A. M. 27 Abb. (Bd. 14.)
- siehe auch Dekorative Kunst Abt. III.
- Haus. Kunstpflege in Haus u. Heimat. B.
Superintendent R. Bürkner. 2. Aufl.
Mit 29 Abb. (Bd. 77.)
- f. a. Bauernhaus, Dorf; Wohnhaus
Abt. VI.
- Heldensage. Die germanische. Von Dr. F.
W. Bruhier. (Bd. 486.)
- Hellenist.-röm. Religionsgeschichte f. Abt. I.
- Holland siehe Städtebilder, Historische.
- Japaner. Die, i. d. Weltwirtschaft. B. Prof.
Dr. R. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)
- Jesuiten. Die. Eine hist. Skizze. Von Prof.
Dr. S. Boehmer. 4. Aufl. (Bd. 49.)
- Indien. B. Prof. S. Konow. (Bd. 614.)
- Indogermanenfrage. Von Dir. Dr. R.
Agahb. (Bd. 594.)
- Internationale Leben. Das, der Gegenw.
Von A. S. Fried. M. 1 Taf. (Bd. 226.)
- Island. b. Land u. d. Volk. B. Prof. Dr. B.
Herrmann. M. 9 Abb. (Bd. 461.)
- Kaisertum und Papsttum. Von Prof. Dr.
A. Hofmeister. (Bd. 576.)
- Kalender siehe Abt. V.
- Kirche f. Saat u. R.
- Kolonialgeschichte. Allgemeine. Von Prof.
Dr. F. Reuten. 2 Bde. (Bd. 545/546.)
- Kolonien. Die deutschen. (Band u. Leute.)
Von. Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit
28. Abb. u. 8 Karten. (Bd. 98.)
- Unsere Schutzgebiete n. i. wirtschaftl.
Verhältn. Im Lichte d. Erdkunde dar-
gestellt von Dr. Chr. G. Barth. (Bd. 290.)
- Königstum. Französisches. Von Prof. Dr.
R. Schwemer (Bd. 574.)
- Krieg. Der, im Zeitalter des Verkehrs
und der Technik. Von weil. Major A.
Meyer. M. 3 Abb. u. 2 Taf. (Bd. 271.)
- Kulturgeschichte d. Krieges. Von Prof.
Dr. R. Weule, Geh. Hofrat Prof. Dr.
C. Bethe, Prof. Dr. B. Schmeid-
ler, Prof. Dr. A. Doren, Prof. Dr.
F. Herre. (Bd. 561.)
- Der Dreißigjährige Krieg. Von Dr.
Fritz Endres. (Bd. 577.)
- Kriegsschiff. Das, Seine Entstehung und
Verwendung. B. Geh. Marine-Baurat a. D.
C. Krieger. Mit 60 Abb. (Bd. 389.)
- Kulturgeschichte d. Krieges f. Krieg.
- Luther. Martin L. u. d. dtische. Reformation.
Von Prof. Dr. W. Köhler. M. 1 Bildn.
Luthers. 2. Aufl. (Bd. 515.)
- f. auch Von L. zu Bismarck.
- Marr. Von Dr. M. Adler. (Bd. 621.)
- Mensch u. Erde. Skizzen v. den Wechsel-
beziehungen zw. beiden. B. weil. Geh.
Rat Prof. Dr. A. Kirchhoff. 4. Aufl.
— f. a. Eiszeit; Mensch Abt. V. (Bd. 31.)
- Meriko. Von Ferd. Frht. v. Reichen-
stein. Mit Abb. (Bd. 588.)
- Mittelalter. Mittelalterl. Kulturideale. B.
Prof. Dr. B. Febel. I.: Heldenleben.
II.: Ritterromantik. (Bd. 292, 293.)
- f. auch Städte u. Bürger i. M.
- Moltke. B. Kaiserl. Ottoman. Major a. D.
F. C. Endres. Mit 1 Bildn. (Bd. 415.)
- Münze. Die, als histor. Denkmal sowie i.
Bedeut. im Rechts- u. Wirtschaftsleben.
Von Hofrat Prof. Dr. A. Luschin v.
Ehengreuth. Mit 53 Abb. (Bd. 91.)
- f. a. Finanzwiss.; Geldwesen Abt. VI.

- Alexandrische Kultur.** Die. Von Prof. Dr. F. C. Lehmann-Haupt. (Bd. 581.)
- Mythologie** s. Abt. I.
- Napoleon I.** Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. 3 Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 195.)
- Nationalbewußtsein** siehe Volk.
- Naturvölker.** Die geistige Kultur der N. 3 Bf. Prof. Dr. R. Th. Preuß. M. 9 Abb. — I a Völkertunde, allg. (Bd. 452.)
- Neuseeland** s. Australien.
- Orient** s. Palästina, Türkei.
- Osterreich.** Geschichte der auswärtigen Politik D. im 19. Jahrh. Von R. Charmaß. 2 Bde. 2. Aufl. Bd. I: 1800 bis 1848. Bd. II: 1848—1895. Bis zum Sturze Kalmofsz. (Bd. 651/652.)
- Osterreichs innere Geschichte von 1848 bis 1895. Von R. Charmaß. 2 Bde. 3. Aufl. Bd. I: 1848—1895. Von der Revolution bis zum Sturze Hohenwarta. Bd. II: 1871—1895. Vom Ministerium Auersperg bis zum Sturze d. Koalitionsministeriums. (Bd. 653/654.)
- Osterreichs innere und äußere Politik von 1895—1914. Von R. Charmaß. (Bd. 655.)
- Ostmark** s. Abt. VI.
- Osteregebiet.** Das. V. Prof. Dr. G. Braun. M. 21 Abb. u. 1 mehrf. Karte (Bd. 367.)
- Palästina** und seine Geschichte. Von weil. Prof. Dr. H. Frh. von Sebn. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan u. 6 Ans. (Bd. 6.)
- V. u. f. Kultur in 5 Jahrtausenden. Nach d. neuesten Ausgrabungen u. Forschungen dargestellt von Gymn.-Oberl. Dr. B. Thomien. 2. neubearb. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 260.)
- Papsttum** s. Kaisertum.
- Papuri** s. Antikes Leben.
- Polarforschung.** Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- u. Südpol v. d. ältest. Zeiten bis zur Gegenwart. V. Prof. Dr. R. Hassert. 3. Aufl. M. 6 Kart. (Bd. 38.)
- Polen.** Mit einem geschichtl. Überblick über d. polnisch-ruthenisch. Frage. V. Prof. Dr. R. F. Katndl. 2. Aufl. Mit 6 Karten. (Bd. 547.)
- Politik.** V. Dr. A. Grabowfky. (Bd. 537.)
- Umriss der Weltpolitik. V. Prof. Dr. J. Haschagen. 3 Bde. I: 1871 bis 1907. II: 1908—1914. III: D. polit. Ereign. währ. d. Krieges. (Bd. 553/555.)
- Politische Geographie. Von Prof. Dr. G. Schöne. Mit 7 Kart. (Bd. 353.)
- Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert. Von weil. Prof. Dr. R. Th. v. Heigel. 3. Aufl. (Bd. 129.)
- Pompeii.** eine hellenistische Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 114.)
- Preussische Geschichte** s. Brandenb.-pr. G. Reaktion und neue Kra f. Gesch., deutsche. Reformation f. Calvin, Luther.
- Reich.** Das deutsche R. von 1871 bis zum Weltkrieg. Von Archivassistent Dr. Fr. Strael. (Bd. 575.)
- Religion** s. Abt. I.
- Restauration** und **Revolution** siehe Geschichte, deutsche.
- Revolution.** Die Französ. V. Prof. Dr. Th. Bitterauf. 2. Aufl. M. 8 Bild. (Bd. 346.)
- N. 1848, 6 Vorträge. Von Prof. Dr. D. Weber. 2. Aufl. (Bd. 53.)
- Rom.** Das alte Rom. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. O. Richter. Mit Silberanhang u. 4 Plänen. (Bd. 386.)
- Soziale Kämpfe i. alt. Rom. V. Privatdozent Dr. L. Bloch. 3. Aufl. (Bd. 22.)
- Roms Kampf um die Welt Herrschaft. V. Prof. Dr. F. Kromayer. (Bd. 368.)
- Römer.** Geschichte der N. Von Prof. Dr. R. v. Scala. (Bd. 578.)
- siehe auch Hellenist.-röm. Religionsgeschichte Abt. I; Pompeii Abt. II.
- Rußland.** 2 Bde. I: Land, Volk u. Wirtschaft. Von Syndikus Dr. Walroth. II: Geschichte, Staat und Kultur. Von Dr. A. Luther. (Bd. 562/563.)
- Schrift- und Buchwesen** in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. O. Weise. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 4.)
- I. a. Wie ein Buch entsteht. Abt. VI. Schauplätze s. Kolonien.
- Schwyz.** Die. Land, Volk, Staat u. Wirtschaft. Von Reg.- u. Ständerat Dr. O. Wettstein. Mit 1 Karte. (Bd. 482.)
- Seezweig** s. Kriegsschiff.
- Soziale Bewegungen** und **Theorien** bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Maier. 4. Aufl. (Bd. 2.)
- I. a. Marx, Rom; Sozialismus. Abt. VI.
- Staat.** St. u. Kirche in ihr. gegenf. Verhältnis seit d. Reformation. V. Barrer Dr. phil. A. Pfannkuche. (Bd. 485.)
- Der deutsche St. Von Geh. Justizrat Prof. Dr. F. v. List. (Bd. 600.)
- Städte.** Die. Geogr. betrachtet. V. Prof. Dr. R. Hassert. M. 21 Abb. (Bd. 163.)
- Dtsche. Städte u. Bürger i. Mittelalter. V. Prof. Dr. B. Heil. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 1 Doppeltafel. (Bd. 43.)
- Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. V. Reg.-Baum. a. D. A. Erbe. M. 59 Abb. (Bd. 117.)
- I. a. Griech. Städte, Pompeii, Rom.
- Student.** Der Leipziger, von 1409 bis 1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)
- Studententum.** Geschichte d. deutschen St. Von Dr. W. Bruchmüller. (Bd. 477.)
- Türkei.** Die. V. Reg.-Rat V. R. Krause. Mit 2 Karten. 2. Auflage. (Bd. 469.)
- Ungarn** siehe Osterreich.
- Urzeit** s. german. Kultur in der U.
- Verfassung.** Grundzüge der V. des Deutschen Reiches. Von Geheimrat Prof. Dr. E. Löning. 4. Aufl. (Bd. 34.)
- Verfassungsrecht.** Deutsches, in geschichtlicher Entwicklung. Von Prof. Dr. E. D. Subrich. 2. Aufl. (Bd. 80.)

Voll. Vom deutschen V. zum dt. Staat. Eine Gesch. d. Nationalbewußtseins. V. Prof. Dr. B. Joachimsen. (Bd. 511.)
Völkerkunde, Allgemeine. I: Das Feuer, der Nahrungserwerb, Wohnung, Schmutz und Kleidung. Von Dr. A. Heilborn. M. 54 Abb. (Bd. 487.) II: Waffen und Werkzeuge, die Industrie, Handel und Geld, die Verkehrsmittel. Von Dr. A. Heilborn. Mit 51 Abbild. (Bd. 488.) III: Die geistige Kultur der Naturvölker. Von Prof. Dr. R. Th. Preuß. Mit 9 Abbildungen. (Bd. 452.)
Vollbräute, deutsche, siehe Feste.
Vollstämme, Die deutschen, und Landschaften. Von Prof. Dr. O. Weise. 5. völlig umgearb. Aufl. Mit Abb. i. Text u. einer Dialektkarte Deutschlands. (Bd. 16.)
Vollstrachten, Deutsche. Von Warrer R. Spieß. Mit 11 Abb. (Bd. 342.)
Vom Hund zum Reich siehe Geschichte.

Von Jena bis zum Wiener Kongress. Von Prof. Dr. G. Koloff. (Bd. 465.)
Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbild. a. deutscher Gesch. V. Prof. Dr. O. Weber. 2 Bde. 2. Aufl. (Bd. 123/124.)
Vorgeschichte Europas. Von Prof. Dr. G. Schmidt. (Bd. 571/572.)
Weltgeschichte f. Christentum.
Welthandel f. Handel.
Weltpolitik f. Politik.
Wirtschaftliche Erdkunde. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 2. Aufl. Bearb. von Prof. Dr. R. Dove. (Bd. 122.)
Wirtschaftsgeschichte, Antike. Von Dr. D. Neurath. 2. Auflage. (Bd. 258.)
— f. a. Antikes Leben n. d. ägypt. Papiri.
Wirtschaftsleben, Deutsches. Auf geogr. Grundlage geschildert. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 3. Aufl. Neubearb. von Dr. G. Feinlein. (Bd. 42.)
— f. auch Abt. VI.

V. Mathematik, Naturwissenschaften und Medizin.

Aberglaube, Der, in der Medizin u. f. Gefahr f. Gesundh. u. Leben. V. Prof. Dr. D. v. Hansemann. 2. Aufl. (Bd. 83.)
Abstammungslehre u. Darwinismus. V. Dr. R. Hesse. 4. A. M. 37 Fig. (Bd. 39.)
Abstammungs- und Vererbungslehre, Experimentelle. Von Prof. Dr. E. Lehmann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)
Abwehrkräfte d. Körpers, Die, Einführ. i. d. Immunitätslehre. V. Prof. Dr. med. G. Kämmerer. M. 52 Abb. (Bd. 479.)
Algebra siehe Arithmetik.
Alkoholismus, Der. Von Dr. G. B. Gruber. Mit 7 Abb. (Bd. 103.)
— Seine Wirkungen u. f. Befähig. Hrsg. v. Zentralverb. z. Befähig. d. Alkoholismus in Berlin. III. Teil. (Bd. 145.)
I. u. II. Teil f. Alkoholismus v. Gruber.
Anatomie d. Menschen, Die. V. Prof. Dr. R. v. Bardeleben. 6 Bde. Jeder Bd. mit zahlr. Abb. (Bd. 418/423.) I. Zellen- und Gewebelehre. Entwicklungs- geschichte. Der Körper als Ganzes. 2. Aufl. II. Das Skelet. 2. Aufl. III. Das Muskel- u. Gefäßsystem. 2. Aufl. IV. Die Eingeweide (Darm-, Atmungs-, Harn- und Geschlechtsorgane). 2. Aufl. V. Nervensystem und Sinnesorgane. VI. Statik u. Mechanik d. menschl. Körpers.
— siehe auch Wirbeltiere.
Aquarium, Das. Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)
Arbeitsleistungen des Menschen, Die, Einführ. in d. Arbeitsphysiologie. V. Prof. Dr. H. Boruttan. M. 14 Fig. (Bd. 539.)
— Berufswahl, Begabung u. Arbeitsleistung in i. gegenf. Beziehungen. Von W. J. Ruttman. Mit 7 Abb. (Bd. 522.)

Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Prof. B. Cranz. 2 Bände. I.: Die Rechnungsarten. Gleichungen 1. Grades mit einer u. mehreren Unbekannten, Gleichungen 2. Grades. 4. Aufl. M. 9 Fig. II.: Gleichungen, Arithmetik u. geometr. Reih. Zinseszins- u. Rentenrechn. Kompl. Zahlen. Binom. Lehrsatz. 3. Aufl. M. 21 Fig. (Bd. 120, 205.)
Arzneimittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. D. Schmiedeberg. (Bd. 363.)
Arzt, Der, Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenwart. Von Dr. med. M. Fürst. (Bd. 265.)
Astronomie, Probleme d. mod. A. V. Prof. Dr. S. Oppenheimer. 11 Fig. (Bd. 355.)
— Die A. in ihrer Bedeutung für das praktische Leben. Von Prof. Dr. A. Marcuse. Mit 26 Abb. (Bd. 378.)
— siehe auch Weltall, Weltbild, Sonne, Mond, Planeten; Sternenglauben Abt. I.
Atome, Moleküle — A. — Weltäther. V. Prof. Dr. G. Mie. 4. A. Fig. (Bd. 58/59.)
Auge des Menschen, Das, und seine Gesundheitspflege. Von Prof. Dr. G. Uebelsdorff. Mit 15 Abb. (Bd. 149.)
Auge, Das, und die Brille. Von Prof. Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. und 1 Lichtdrucktafel. (Bd. 372.)
Bakterien, Die, im Kreislauf des Stoffes in der Natur und im Haushalt des Menschen. Von Prof. Dr. E. Gutzeit. 2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 242.)
— Die krankheitserregenden Bakterien. Von Privatdozent Dr. M. Boehlein. Mit 33 Abb. (Bd. 307.)
— f. a. Abwehrkräfte, Desinfektion, Pilze, Schädlinge.

- Bau u. Tätigkeit d. menschl. Körpers.** Einf. in die Physiologie d. Menschen. V. Prof. Dr. S. Sachs. 4. Aufl. M. 34 Abb. (Bd. 32.)
- Begabung f. Berufswahl.**
- Befruchtungsvorgang.** Der, sein Wesen und f. Bedeutung. V. Dr. E. Reichmann. 2. Aufl. M. 9 Abb. u. 4 Doppelaf. (Bd. 70.)
- Bewegungslehre f. Mechan.** Aufg. a. d. M. I. Biochemie. Einführung in die B. Von Prof. Dr. W. Döb. Mit 12 Fig. (Bd. 352.)
- Biologie.** Allgemeine. Einführ. i. d. Hauptprobleme d. organ. Natur. V. Prof. Dr. S. Riehe. 2. Aufl. 52 Fig. (Bd. 130.)
- **Experimentelle.** Von Dr. C. Theising. Mit 11 Abb. 2 Bde I: Experim. Zellforschung. II: Regeneration, Transplantat. und verwandte Gebiete. (Bd. 336. 337.)
- **siehe a. Abstammungslehre.** Befruchtungsvorgang, Fortpflanzung, Lebewesen, Organismen, Mensch und Tier, Urtiere.
- Blumen.** Uniere Bl. u. Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. A. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)
- **Auf Bl. u. Pflanzen i. Zimmer.** V. Prof. Dr. A. Dammer. 65 Abb. (Bd. 359.)
- **siehe auch Garten.**
- Blut.** Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. S. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)
- Botanik.** B. d. praktischen Lebens. V. Prof. Dr. B. Gisevius. M. 24 Abb. (Bd. 173.)
- **siehe Blumen.** Lebewesen, Pflanzen, Pilze, Schädlinge, Wald; Kolonialbotanik. Tabak Abt. VI.
- Brille.** Das Auge und die Br. Von Prof. Dr. M. v. Kobl. Mit 84 Abb. und 1 Lichtdruckel. (Bd. 372.)
- Chemie.** Einführung in die allg. Ch. V. Dr. B. Savink. M. 24 Fig. (Bd. 582.)
- **Einführung in die organ. Chemie:** Natur u. künstl. Pflanzen- u. Tierstoffe. Von Dr. B. Savink. Mit 7 Fig. (Bd. 187.)
- **Einführung in die anorganische Chemie.** Von Dr. B. Savink. (Bd. 598.)
- **Einführung i. d. analyt. Chemie.** V. Dr. F. Küssberg. 2 Bde. (Bd. 524, 525.)
- **in Küche und Haus.** Von Dr. F. Klein. 3. Aufl. (Bd. 76.)
- **siehe a. Biochemie, Electrochemie, Luft, Photoch.; Technil., Chem., Agrilkulturch., Sprengstoffe** Abt. VI.
- Chirurgie.** Die, unserer Zeit. Von Prof. Dr. F. Feßler. Mit 52 Abb. (Bd. 339.)
- Darwinismus.** Abstammungslehre und D. Von Prof. Dr. R. Hesse. 4. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 39.)
- Desinfektion.** Sterilisation und Konservierung. Von Reg.- u. Med.-Rat Dr. O. Solbrig. M. 20 Abb. i. T. (Bd. 401.)
- Differential- u. Integralrechnung** mit Berücksichtigung der prax. Anwendung in der Technil. Von Dr. R. Lindow. M. 42 Fig. (Bd. 387.)
- Dynamik f. Mechanik.** Aufg. a. d. techn. M. 2. Bd., ebenso Thermodynamik.
- Erde f. Weltentstehung u. -untergang.**
- Ernährung und Volksernährungsmittel.** 3. Aufl. von Geh.-Rat Prof. Dr. R. Buns. Mit Abb. u. Taf. (Bd. 19.)
- **f. auch Nahrungsmittel.**
- Experimentalchemie f. Luft usw.**
- Experimentalphysik f. Physik.**
- Farben f. Licht u. F.: f. a. Farben** Abt. VI.
- Freiheitslehre f. Statist.**
- Fortpflanzung.** F. und Geschlechtsunterschiede d. Menschen. Eine Einführung in die Sexualbiologie. V. Prof. Dr. S. Voruntan. M. 39 Abb. (Bd. 540.)
- Garten.** Der Klein. Von Redakteur Joh. Schneider. Mit 80 Abb. (Bd. 498.)
- **Der Hausgarten.** Von Gartenarchitekt W. Schubert. Mit Abb. (Bd. 502.)
- **siehe auch Blumen.** Pflanzen; Gartenkunst, Gartenstadtbewegung Abt. VI.
- Gebirg.** Das menschl. f. Erkrank. u. Pflege. V. Zahnarzt Fr. Jäger. 24. (Bd. 229.)
- Geisteskrankheiten.** Von Geh. Medizinalrat Oberstabsarzt Dr. G. Fiberg. 2. Aufl. (Bd. 151.)
- Genußmittel** siehe Arzneimittel u. Genußmittel, Kaffee, Kakaó, Tabak, Tee.
- Geographie f. Abt. IV.**
- **Mathematische G. f. Astronomie.**
- Geologie.** Allgemeine. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. Fr. Frech. 2. u. 3. Aufl. 6 Bände (Bd. 207/211 u. Bd. 61.)
- I.: Vulkaneeinst und jetzt. Mit Titelbild u. 80 Abb. II.: Gebirgsbau u. Erdbeben. Mit Titelbild u. 57 Abbildgn. III.: D. Arbeit d. fließ. Wassers. 56 Abb. IV.: Die Arbeit des Ozeans. Bodenbildung und Mittelgebirgsformen. Mit 1 Titelbild und Abb. V.: Steinkohle, Wähen und Klima der Vorzeit. Mit Titelbild u. 49 Abb. VI.: Gletscher einst u. jetzt. M. Titelb. u. 65 Abb.
- **f. a. Kohlen, Salzlagerstätten.** Abt. VI.
- Geometrie.** Analit. G. d. Ebene s. Selbstunterricht. Von Prof. V. Cranz. Mit 55 Fig. (Bd. 504.)
- **f. a. Planim., Projektionslehre, Stereometrie, Trigonometrie.**
- Geschlechtskrankheiten,** ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung u. Verhütung. V. Generalarzt Prof. Dr. W. Schumburg. 3. Aufl. M. 4 Abb. u. 1 Tafel. (Bd. 251.)

Geschlechtsunterschiede f. Fortpflanzung.
 Gesundheitslehre. Aht Vorträge aus der
 G. Von weil. Prof. Dr. S. Buchner.
 4. Aufl. v. Obermedizinalrat Prof. Dr.
 M. v. Gruber. Mit 26 Abb. (Bd. 1.)
 — G. für Frauen. Von Prof. Dr. R.
 Baish. Mit 11 Abb. (Bd. 538.)
 — f. a. Abwehrkräfte, Bakterien, Leibesüb.
 Graphische Darstellung. Die. B. H. rat
 Prof. Dr. F. Auerbach. M. 10 Abb.
 (Bd. 437.)
Gaushalt siehe Bakterien, Chemie, Des-
 infektion. Naturwissenschaften, Pflanzl.
Gaustiere. Die Stammesgeschichte unserer
 S. Von Prof. Dr. C. Keller. Mit 28
 Fig. (Bd. 252.)
 — siehe auch Kleintierzucht, Tierzüchtung
 Abt. VI.
**Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Er-
 krankungen.** Von Prof. Dr. S. Rosin.
 Mit 18 Abb. (Bd. 312.)
Hygiene f. Schulhygiene, Stimme.
 Hypnotismus und Suggestion. Von Dr.
 E. Trömmner. 2. Aufl. (Bd. 199.)
Immunitätslehre f. Abwehrkräfte d. Körp.
 Infinitesimalrechnung. Einführung in die
 F. Von Prof. Dr. G. Kowalewski.
 2. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 197.)
Integralrechnung f. Differentialrechnung.
 Kaffee, Tee, Kakao u. die übrig. narcotisch.
 Getränke. Von Prof. Dr. A. Weller.
 Mit 24 Abb. u. 1 Karte. (Bd. 132.)
Kalender, Der. Von weil. Prof. Dr. W.
 F. Wislicenus. 2. Aufl. (Bd. 69.)
Kälte, Die. Wesen, Erzeug. u. Verwert.
 Von Dr. S. Alt. 45 Abb. (Bd. 311.)
Kinematographie f. Abt. VI.
Konserverung siehe Desinfektion.
Korallen u. and. Gesteinbild. Tiere. B. Prof.
 Dr. W. May. Mit 45 Abb. (Bd. 231.)
Kosmetik. Ein kurzer Abriss der ärztlichen
 Verhütungsgeschichte. Von Dr. F. Sou-
 bet. Mit 10 Abb. im Text. (Bd. 489.)
Krankenpflege in Haus u. Beruf. B. Chef-
 arzt Dr. M. Bera. M. Abb (Bd. 533.)
**Lebewesen. Die Beziehungen der Tiere und
 Pflanzen zueinander.** Von weil. Prof.
 Dr. R. Kraevelin. 2. Aufl. M. 132 Abb.
 I. Der Tiere zueinander. II. Der Pflan-
 zen zueinander u. zu d. Tier. (Bd. 426/427.)
 — f. a. Biologie, Organismen, Schädlinge.
**Leibesübungen, Die, und ihre Bedeutung
 für die Gesundheit.** Von Prof. Dr. R.
 Bander. 3. Aufl. Mit 19 Abb. (Bd. 13.)
 — f. auch Turnen.
Licht, Das, u. d. Farben. (Einführung in
 die Optil.) B. Prof. Dr. L. Graeb.
 4. Aufl. Mit 100 Abb. (Bd. 17.)
Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun
 Vorträge aus dem Gebiete der Experi-
 mentalchemie. Von Prof. Dr. R. B. Sch-
 mann. 4. Aufl. Mit 115 Abb. (Bd. 5.)
Luftstickstoff, D., u. f. Verwertg. B. Prof.
 Dr. R. Kaiser. M. 13 Abb. (Bd. 313.)

Mathematik, Naturwissensch. u. M. i. Klaff.
 Altertum. Von Prof. Dr. J. B. S. Hei-
 berg. Mit 2 Fig. (Bd. 370.)
 — **Praktische Mathem.** B. Prof. Dr. R.
 Neuendorff. I. Graph. und numer.
 Rechnen, kaufm. Rechnen i. tägl. Leben,
 Wahrscheinlichkeitsrechnung. M. 62 Fig.
 u. 1 Tafel. II. Geometr. Konstruktionen,
 Perspektive, Ort-, Zeit- u. Entfernungsb-
 berechnungen. Mit Fig. (Bd. 341, 526.)
 — **Mathemat. Spiele.** B. Dr. W. Ahrens.
 3. Aufl. M. Tielt. u. 77 Fig. (Bd. 170.)
 — f. a. Arithmetik, Diff- u. Integral-
 rechn., Geometrie, Infinitesimalrechn.,
 Perspektive, Planim. Projektionslehre,
 Trigon.
Mechanik. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A.
 v. F. Hering. 2 Bde. I: Die Mechanik d.
 fest. Körper. Mit 61 Abb. II: D. Mech. d.
 flüss. Körper. 34 Abb. (Bd. 303, 304.)
 — **Aufgaben aus d. technischen Mechanik
 für d. Schul- u. Selbstanter.** B. Prof.
 R. Schmitt. I. Bewegungslehre. Statik.
 156 Aufg. u. Lösungen. M. zahlr.
 Fig. i. T. II. Dynamik. 140 Aufg. u.
 Lösungen. M. zahlr. Fig. i. T.
 — siehe auch Statik. (Bd. 558/559.)
Medizin f. Aberglaube in der Medizin.
Meer, Das M., f. Erforsch. u. f. Leben. Von
 Bri. Dr. D. F. Anson. 3. Aufl. M. 40 F. (Bd. 30.)
Mensch u. Erde. Skizzen von den Wech-
 selbeziehungen zwischen beiden. Von weil.
 Prof. Dr. A. Kirchhoff. 4 A. (Bd. 31.)
 — f. auch Eiszeit, Entwicklungsgeschichte,
 Urzeit.
 — **Natur u. Mensch** siehe Natur.
Menschl. Körper, Bau u. Tätigkeit d. menschl.
A. Einführung in die Physiol. d. Men-
 schen. Von Prof. Dr. S. Sach. 4. Aufl.
 Mit 34 Abb. (Bd. 32.)
 — f. auch Anatomie, Arbeitsleistungen,
 Auge, Blut, Gehir., Herz, Fortpflanzg.,
 Nervensystem, Physiol., Sinne, Verb. d.
**Mikroskop, Das, Allgemeinverständl. dar-
 gestellt.** Von Prof. Dr. W. Scheffer.
 Mit 99 Abb. 2. Aufl. (Bd. 35.)
 — f. auch Pflanzenwelt d. M.
Moleküle — Atome — Weltäther. B. Prof.
 Dr. G. Mie. 4. Aufl. M. Fig. (Bd. 58/59.)
Mond, Der. Von Prof. Dr. F. Franz.
 Mit 34 Abb. 2. Aufl. (Bd. 90.)
**Nahrungsmittel, Die, ihre Zusammen-
 setzung, Herstellung und Präparat.** Von
 Dr. S. Küh. Mit Abb. (Bd. 599.)
 — f. a. Ernährung u. Volksnahrungsmitt.
Natur u. Mensch. B. Direkt. Proj. Dr. M.
 G. Schmidt. Mit 19 Abb. (Bd. 458.)
**Naturlehre, Die Grundbegriffe der mo-
 dernen N.** Einführung in die Pflanzl.
 Von Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach.
 4. Aufl. Mit 71 Fig. (Bd. 40.)
Naturphilosophie, Die mod. B. Privatdog.
 Dr. F. M. Berwien. (Bd. 491.)

Naturwissenschaft und Religion. A. und R. in Kampf und Frieden. Von Biarrer Dr. A. Pfannkuche. 2. A. (Bd. 141.)
Naturwissenschaft und Technik. Am tausenden Weibstuhl der Zeit, Übersicht über Wirkung der Entwicklung der N. u. T. auf das gesamte Kulturleben. V. Prof. Dr. W. Launhardt. 4. Aufl. neubearb. von Geh. Reg.-Rat M. Geitel Mit Abbildungen. (Bd. 23.)
 — N. u. Math. 1. Klaff. Altert. V. Prof. Dr. F. L. Heiberger. 2 Fig. (Bd. 370.)
Nerven. Vom Nervensystem. sein Bau u. sein. Bedeutung für Leib u. Seele im gesund. u. krank. Zustande. V. Prof. Dr. R. Bander. 2. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 48.)
 — siehe auch Anatomie.
Optik. Die opt. Instrumente. V. Prof. Dr. R. v. Rohr. 2. A. M. 84 Abb. (Bd. 88.)
 — f. a. Auge, Brille, Kinemat., Licht u. Farbe, Mikrosk., Spektroskopie, Strahlen.
Organismen. D. Welt d. D. In Entwickl. u. Zusammenhang dargest. V. Prof. Dr. K. Lampert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)
 — siehe auch Gebeweisen.
Paläozoologie siehe Tiere der Vorwelt.
Peripetive. Grundzüge der P. u. hst Anwendung. V. Prof. Dr. R. Doehle mann. Mit 91 Fig. u. 11 Abb. (Bd. 510.)
Pflanzen. Vermehrung u. Sexualität bei den Pfl. Von Prof. Dr. E. Küster. Mit 38 Abb. (Bd. 112.)
 — Die fleischfressenden Pfl. V. Prof. Dr. A. Wagner. Mit 82 Abb. (Bd. 344.)
 — Anf. Blumen u. Pfl. i. Garten. V. Prof. Dr. A. Dammmer. M. 69 Abb. (Bd. 360.)
 — Anf. Blumen u. Pfl. i. Zimmer. V. Prof. Dr. A. Dammmer. M. 65 Abb. (Bd. 359.)
 — f. auch Botanik, Garten, Lebewesen, Pilze, Schädlinge.
Pflanzenphysiologie. V. Prof. Dr. G. Mollisch. Mit 63 Fig. (Bd. 569.)
Pflanzenwelt des Mikroskops. Die. Von Lehr. E. Reukauf. 100 Abb. (Bd. 181.)
Photochemie. Von Prof. Dr. G. Kimmell. Mit 23 Abb. (Bd. 227.)
Photographie f. Abt. VI.
Physik. Werdegang d. mod. Ph. V. Oberl. Dr. S. Kellerer. M. 13 Fig. (Bd. 343.)
 — Experimentalphysik. Von Prof. Dr. R. Börnstein. M. 90 Abb. (Bd. 371.)
 — Physik in Küche und Haus. Von Prof. S. Speittkamp. M. 51 Abb. (Bd. 478.)
 — Die großen Physiker und ihre Leistungen. Von Prof. Dr. F. A. Schulze. 2. Aufl. Mit 7 Tafeln. (Bd. 324.)
 — f. a. Energie, Naturlehre, Optik, Relativitätstheorie, Wärme; ebenio Elektrotechnik Abt. VI.
Physiologie des Menschen. Von Privatdoz. Dr. A. Lipschütz. 4 Bde. I: Allgem. Physiologie II: Physiologie d. Stoffwechsels. III: Ph. d. Atmung, d. Kreislaufs u. d. Ausscheidung. IV: Ph. der Bewegungen und der Empfindungen. (Bd. 527—530.)

Physiologie siehe auch Arbeitsleistungen, Mensch. Körper, Pflanzenphysiologie.
Pilze. Die. Von Dr. A. Eichinger. Mit — f. a. Bakterien. [64 Abb. (Bd. 334.)
Planeten. Die. Von weif. Prof. Dr. V. Peter. Mit 18 Fig. (Bd. 240.)
Planimetrie u. Selbstunterricht. V. Prof. F. Franz. Mit 99 Fig. (Bd. 340.)
Praktische Mathematik f. Mathematik.
Projektionslehre. Die rechtwinkl. Parallelprojektion und ihre Anwend. auf die Darstell. techn. Gebilde nebst Anhang über die schiefwinkl. Parallelprojektion in kurzer leichtfaßlicher Darstellung für Selbstunterricht. u. Schulgebr. V. Zeichen. A. Schudeisly. M. Fig. (Bd. 564.)
Radium und Radioaktivität. Von Dr. W. Centnerfzwer. M. 33 Abb. (Bd. 405.)
Rechenmaschinen. Die, und das Maschinerechnen. Von Reg.-Rat Dipl.-Ing. R. Penz. Mit 43 Abb. (Bd. 490.)
Relativitätstheorie. Von Dr. W. B. o. ch. (Bd. 618.)
Röntgenstrahlen. D. R. u. ihre Anwend. V. Dr. med. G. Buch. M. Abb. (Bd. 556.)
Säugling. Der. f. Ernährung u. f. Pflege. V. Dr. W. Raupe. M. 17 Abb. (Bd. 154.)
Schachspiel. Das, und seine strategischen Prinzipien. Von Dr. M. Lange. 2. Aufl. Mit 2 Bldn., 1 Schachbretttafel u. 43 Darst. u. Übungsbeispiel. (Bd. 281.)
Schädlinge im Tier- und Pflanzenreich und ihre Bekämpfung. Von Prof. Dr. R. Edstein. 3. Aufl. M. Fig. (Bd. 18.)
Schulhygiene. Von Prof. Dr. L. Burgerstein. 3. Aufl. Mit 43 Fig. (Bd. 96.)
Sexualbiologie f. Fortpflanzung, Pflanzen. Sexualtheil. V. Prof. Dr. S. E. Timerding. (Bd. 592.)
Sinne d. Mensch., D. Sinnesorgane und Sinnesempfindungen. V. Prof. Dr. J. R. Kreibitz. 3. A. M. 30 A. (Bd. 27.)
Sonne. Die. Von Dr. A. Krause. Mit 64 Abb. (Bd. 357.)
Spektroskopie. Von Dr. L. Grebe. Mit 62 Abb. (Bd. 284.)
Spiel siehe mathem. Spiele, Schachspiel.
Sprache. Entwicklung der Spr. und Deutung ihrer Gebreden bei Normalen, Schwachfünnigen und Schwerhörigen. V. Lehrer K. Ridel. (Bd. 586.)
 — siehe auch Rhetorik, Sprache Abt. III.
Statik. Mit Einschluß der Festigkeitslehre. V. Baugewerkschuldirektor Reg.-Baum. A. Schau. Mit 149 Fig. i. T. (Bd. 497.)
 — siehe auch Mechanik.
Sterilisation siehe Desinfektion.
Stickstoff f. Luftstickstoff.
Stimme. Die menschliche St. und ihre Hygiene. Von Prof. Dr. B. S. Gerber. 2. Aufl. Mit 20 Abb. (Bd. 136.)
Strahlen. Sichtbare u. unsichtb. V. Prof. Dr. R. Börnstein und Prof. Dr. W. Markwald. 2. A. M. 85 Abb. (Bd. 64.)
 — f. auch Optik, Röntgenstrahlen.

- Suggestion, Hypnotismus und Suggestion.** Von Dr. E. T. S. M. n. e. r. 2. Aufl. (Bd. 199.)
Süßwasser-Blaukorn. Das. V. weil. Prof. Dr. D. S. a. c. h. a. r. i. a. s. 2. A. 57 Abb. (Bd. 156.)
Thermodynamik I. Abt. VI.
Tiere. I. Der Vorwelt. Von Prof. Dr. O. U. b. e. l. Mit 31 Abb. (Bd. 399.)
 — Fortpflanzung der T. V. Prof. Dr. R. G. o. l. d. s. c. h. m. i. d. t. M. 77 Abb. (Bd. 253.)
 — Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie. V. weil. Privatdozent Dr. R. H. e. n. n. i. n. g. s. Mit 34 Abb. (Bd. 142.)
 — Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. V. weil. Prof. Dr. O. M. a. a. s. Mit 11 Karten und Abb. (Bd. 139.)
 — Zweigeitalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. F. r. K. n. a. u. e. r. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)
 — f. auch Aquarium, Bakterien, Haustiere, Korallen, Krebs, Lebewesen, Schädlinge, Urtiere, Vogelleben, Vogelzug, Wirbeltiere.
Tierzucht siehe Abt. VI: Kleintierzucht, Tierzüchtung.
Trigonometrie, Ebene. z. Selbstunterr. V. Prof. B. C. r. a. n. z. M. 50 Fig. (Bd. 431.)
Tuberkulose. Die, Beien, Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Von Generalarzt Prof. Dr. W. S. c. h. u. m. b. u. r. g. 2. Aufl. M. 1 Taf. u. 8 Fig. (Bd. 47.)
Turnen. Das. Von Oberl. F. E. c. a. r. d. t. — f. auch Leibesübungen. (Bd. 583.)
Urtiere. Die. Einführung i. d. Wissenschaft vom Leben. Von Prof. Dr. R. G. o. l. d. s. c. h. m. i. d. t. 2. A. M. 44 Abb. (Bd. 160.)
Urzeit. Der Mensch d. U. Vier Vorlesung, aus der Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts. Von Dr. A. H. e. i. l. b. o. r. n. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 62.)
Verbildungen. Körperliche, im Kindesalter u. ihre Verhütung. Von Dr. M. D. a. v. i. d. Mit 26 Abb. (Bd. 321.)
Vererbung. Erb. Abstammgs.- u. B.-Lehre. Von Prof. Dr. E. Z. e. h. m. a. n. n. Mit 20 Abbildungen. (Bd. 379.)
 — Geistige Veranlagung u. B. Von Dr. phil. et med. G. S. o. m. m. e. r. (Bd. 512.)
Vogelleben. Deutsches. Von Prof. Dr. A. B. o. i. g. t. (Bd. 221.)
Vogelzug und Vogelzug. Von Dr. W. R. E. c. a. r. d. t. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)
Volksnahrungsmittel siehe Ernährung u. B. Wald. Der dtische. V. Prof. Dr. G. H. a. u. s. r. a. t. h. 2. Aufl. M. Bilderanb. u. 2. Karten. — siehe auch Holz Abt. VI. (Bd. 153.)
Wärme. Die Lehre v. d. W. V. Prof. Dr. R. B. ö. r. n. s. t. e. i. n. M. 33 Abb. (Bd. 172.)
 — f. a. Luft, Wärmekraftmach., Wärmelehre, techn., Thermodynamik Abt. VI.
Wasser. Das. Von Geh. Reg.-Rat Dr. O. A. n. s. e. l. m. i. n. o. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)
Weidwerk. D. dtische. V. Forststr. G. F. e. h. r. v. N. o. r. d. e. n. s. i. c. h. t. M. T. i. e. l. (Bd. 436.)
Weltall. Der Bau des W. V. Prof. Dr. J. S. c. h. e. i. n. e. r. 4. A. M. 26 Fig. (Bd. 24.)
Weltäther siehe Moleküle.
Weltbild. Das astronomische W. im Wandel der Zeit. Von Prof. Dr. S. D. o. p. p. e. n. b. e. i. m. 2. Aufl. Mit 24 Abb. (Bd. 110.)
 — siehe auch Astronomie.
Weltentstehung. Entstehung d. W. u. d. Erde nach Sage u. Wissensch. V. Prof. Dr. M. B. W. e. i. n. s. t. e. i. n. 2. Aufl. (Bd. 223.)
Weltuntergang. Untergang der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft. V. Prof. Dr. M. B. W. e. i. n. s. t. e. i. n. (Bd. 470.)
Wetter. Gut und schlecht. Von Dr. R. H. e. n. n. i. g. Mit 46 Abb. (Bd. 349.)
 — Einführung in die Wetterkunde. Von Prof. Dr. P. W. e. b. e. r. 2. Aufl. Mit 28 Fig. u. 3 Taf. (Bd. 55.)
Wirbeltiere. Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der W. Von Prof. Dr. W. L. u. b. o. s. c. h. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)
Zahnheilkunde siehe Gebiß.
Zellen- und Gewebelehre siehe Anatomie des Menschen, Biologie.

VI. Recht, Wirtschaft und Technik.

- Agrikulturchemie.** Von Dr. B. F. r. i. s. c. h. e. Mit 21 Abb. (Bd. 314.)
Alkoholisimus. Der. Von Dr. G. B. G. r. u. b. e. r. Mit 7 Abb. (Bd. 103.)
 — Seine Wirkungen u. seine Bekämpfung. Hrsg. v. Zentralverband z. Bekämpfung d. A. in Berlin. III. Teil. (Bd. 145.)
 (I. u. II. Teil f. Alkoholisimus v. Gruber.)
Amerika. Aus dem amerik. Wirtschaftsleben. Von Prof. J. B. S. a. u. g. h. l. i. n. Mit 9 graphisch. Darstellung. (Bd. 127.)
Angestellte siehe Kaufmännische A.
Antike Wirtschaftsgeschichte. Von Dr. O. N. e. u. r. a. t. h. 2. Aufl. (Bd. 258.)
 — siehe auch Antikes Leben Abt. IV.
Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von Prof. O. v. Z. w. i. e. d. i. n. e. d. - S. ü. d. e. n. - h. o. r. s. t. 2. Aufl. (Bd. 78.)
 — siehe auch soziale Bewegungen.
Arbeitsleistungen des Menschen. Die. Einführung in d. Arbeitsphysiologie. V. Prof. Dr. S. B. o. r. u. t. t. a. u. M. 14 Fig. (Bd. 539.)
 — Berufswahl, Begabung u. A. in ihren gegenseitigen Beziehungen. Von W. J. R. u. t. t. m. a. n. n. Mit 7 Abb. (Bd. 522.)
Arzneimittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. O. S. c. h. m. i. e. d. e. b. e. r. g. (Bd. 363.)
Arzt. Der. Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenwart. Von Dr. mod. M. F. ü. r. s. t. (Bd. 265.)

- Automobil.** Das. Eine Einf. in d. Bau d. heut. Personen-Kraftwagens. B. Ob.-Ing. A. Blau. 3. Aufl. M. 98 Abb. u. Titelbild. (Bd. 166.)
- Bahnen** s. Eisenbahnen, Klein- u. Straßenbahnen, Verkehrsentwicklung.
- Baufunde.** Der Eisenbetonbau. B. Dipl.-Ing. E. Saimovici. 81 Abb. (Bd. 275.)
— siehe auch Städtebau.
- Baukunst** siehe Abt. III.
- Beleuchtungsweisen.** Das moderne. Von Dr. S. Lüg. Mit 54 Abb. (Bd. 433.)
- Bergbau.** B. Bergreferendar F. B. Wedding. (Bd. 467.)
- Bewegungslehre** s. Mechanik, Aufg. a. d. M.
- Bierbrauerei.** Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)
- Bilanz** s. Buchhaltung u. B.
- Blumen.** Unsere Bl. und Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. A. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)
— Anf. Bl. u. Pfl. i. Zimmer. B. Prof. Dr. A. Dammer. M. 65 Abb. (Bd. 359.)
— siehe auch Garten.
- Brauerei** s. Bierbrauerei.
- Buch.** Wie ein B. entsteht. B. Prof. A. W. Unger. 4. Aufl. Mit 8 Taf. u. 26 Abb. im Text. (Bd. 175.)
— s. a. Schrift- u. Buchwesen Abt. IV
- Buchhaltung u. Bilanz.** Kaufm., und ihre Beziehungen z. buchhalter. Organisation, Kontrolle u. Statistik. B. Dr. P. Gerstner. M. 4 schemat. Darstell. (Bd. 507.)
- Chemie** in Küche und Haus. Von Dr. J. Klein. 3. Aufl. (Bd. 76.)
— s. auch Agrarchemie, Elektrochemie, Farben, Sprengstoffe, Technik; serner Chemie Abt. V.
- Dampfessel** siehe Feuerungsanlagen.
- Dampfmachine.** Die. Von Geh. Rat Prof. R. Vater. 2 Bde. I: Wirkungsweise des Dampfes in Kessel und Maschine. 3. Aufl. Mit 45 Abb. (Bd. 393.)
II: Ihre Gestaltung und ihre Verwendung. Mit 95 Abb. u. 1 Taf. (Bd. 394.)
- Desinfektion.** Sterilisation und Konservierung. Von Reg.- und Med.-Rat Dr. D. Solbrig. Mit 20 Abb. (Bd. 401.)
- Deutsch** siehe Handel, Handwerk, Landwirtschaft, Reich, Reichsversicherung, Schifffahrt, Verfassung, Weidwerk, Wirtschaftsleben, Zivilprozessrecht.
- Drähte und Kabel.** ihre Anfertigung und Anwend. in d. Elektrotechnik. B. Telegr.-Insb. S. Frid. M. 43 Abb. (Bd. 285.)
- Dynamik** s. Mechanik, Aufg. a. d. M. 2. Bd., ebenso Thermodynamik.
- Eisenbahnwesen.** Das. Von Eisenbahnbau-u. Betriebsinsp. a. D. Wiedermann. 2. Aufl. Mit 56 Abb. (Bd. 144.)
- Eisenbetonbau.** Von Dipl.-Ing. E. Saimovici. Mit 81 Abb. (Bd. 275.)
- Eisenhüttenwesen.** B. weil. Geh. Berg. Prof. Dr. S. Wedding. 5. Aufl. v. Bergref. F. B. Wedding. M. 819 (Bd. 20.)
- Elektrische Kraftübertragung.** Die. B. Ing. B. Köhn. Mit 137 Abb. (Bd. 424.)
- Elektrochemie.** Von Prof. Dr. A. Arndt. Mit 38 Abb. (Bd. 234.)
- Elektrotechnik.** Grundlagen der E. Von Obering. A. Roth. 2. Aufl. Mit 74 Abb. (Bd. 391.)
— s. auch Drähte u. Kabel, Telegraphie, Erbrecht, Testamentserichtuna und E. Von Prof. Dr. J. Leonhard. (Bd. 429.)
- Ernähr. u. Volksnahrungsmittel** s. Abt. V.
- Farben u. Farbstoffe.** J. Erzeug. u. Verwend. B. Dr. A. Jart. 31 Abb. (Bd. 483.)
— siehe auch Licht; Abt. V.
- Fernsprechtechnik** s. Telegraphie.
- Feuerungsanlagen.** Industr. u. Dampfessel. B. Ing. J. E. Mayer. 88 Abb. (Bd. 348.)
- Finanzwissenschaft.** Von Prof. Dr. S. B. Altmann. 2 Bde. 2. Aufl. I. Allg. Teil. II. Besond. Teil. (Bd. 549—550.)
— siehe auch Geldwesen.
- Frauenarbeit.** Ein Problem d. Kapitalismus. B. Prof. Dr. R. Wilbrandt. (Bd. 106.)
— siehe auch Frauenbewegung Abt. IV.
- Friedensbewegung.** Die moderne. Von A. D. Fried. (Bd. 157.)
- Funkentelegraphie** siehe Telegraphie.
- Gärtner** s. Kragsbeschädigtenf.; s. Abt. II.
- Garten.** Der Kleingarten. B. Redakt. F. o. b. Schneider. Mit 80 Abb. (Bd. 498.)
— Der Hausgarten. Von Gartenarchitekt B. Schuberl. Mit Abb. (Bd. 502.)
— siehe auch Blumen.
- Gartenkunst.** Gesch. d. G. B. Baurat Dr.-Ing. Ehr. Rand. M. 41 Abb. (Bd. 274.)
- Gartenstadtbewegung.** Die. Von Generalsekretär S. Kambsimeyer. 2. Aufl. Mit 43 Abb. (Bd. 259.)
- Gefängniswesen** s. Verbrechen.
- Geldwesen.** Zahlungsverkehr und Vermögensverwaltung. B. G. Mayer. (Bd. 398.)
— s. a. Finanzwissenschaft; Münze Abt. IV.
- Genußmittel** siehe Arzneimittel und Genußmittel. Kaffee, Tabak.
- Getränke** siehe Kaffee, Tee, Kakao.
- Gewerblicher Rechtsschutz** in Deutschland. B. Patentanw. B. F. o. b. s. d. o. r. f. (Bd. 138.)
— siehe auch Urheberrecht.
- Graphische Darstell.** Die. B. Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach. M. 100 Abb. (Bd. 437.)
- Handel.** Geschichte d. Welt. Von Direktor Prof. Dr. M. G. Schmidt. 3. Aufl. (Bd. 118.)
— Geschichte des deutschen Handels. Von Prof. Dr. W. Langenbed. (Bd. 237.)
- Handfeuerwaffen.** Die. Entwickl. u. Techn. B. Major R. Weis. 69 Abb. (Bd. 364.)
- Handwerk.** D. deutsche, in s. kulturgeschichtl. Entwickl. B. Geh. Schulr. Dr. E. Otto. 4. Aufl. M. 33 Abb. (Bd. 14.)
— s. auch Klempnergewerbe.

- Gaushalt** s. Bakterien, Chemie, Desinfekt., Gärten, Jurisprud., Hygij.; Nahrungsmittel **Abt. IV.**
- Häuserbau** siehe Baufunde, Beleuchtungsweisen, Heizung und Lüftung.
- Hebzeuge.** Hilfsmittel zum Heben fester, flüssiger und gasf. Körper. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2. Aufl. M. zahlr. Abb. (Bd. 196.)
- Heizung und Lüftung.** Von Ingenieur F. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)
- Holz.** Das H., seine Bearbeitung u. seine Verwendung. V. Insb. J. Großmann. Mit 39 Originalabb. i. T. (Bd. 473.)
- Hotelweien, Das.** Von B. Damm-
Etienne. Mit 30 Abb. (Bd. 331.)
- Hüttenweien** siehe Eisenhüttenweien.
- Japaner, Die, i. d. Weltwirtschaft.** V. Prof. Dr. R. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)
- Immunitätslehre s. Abwehrkräfte **Abt. V.****
- Ingenieurtechn. Schöprungen d. 3. der
Neuzeit.** Von Geh. Regierungsrat M. Weitel. Mit 32 Abb. (Bd. 28.)
- Installateurgewerbe s. Klempnergew.**
- Instrumente** siehe Optische F.
- Jurisprudenz i. häusl. Leben.** F. Familie
und Haushalt. 2. Rechtsanw. B. Vie-
nengraber. 2. Bde. (Bd. 219, 220.)
- siehe auch **Miete.**
- Kabel s. Drähte und K.**
- Kaffee, Tee, Kakao u. d. übrigen narkot.
Getränke.** Von Prof. Dr. A. Bieler.
Mit 24 Abb. u. 1 Karte. (Bd. 132.)
- Kälte, Die, ihr Wesen, ihre Erzeugung und
Verwertung.** Von Dr. S. Alt. Mit
45 Abb. (Bd. 311.)
- Kaufmann, Das Recht des K. V. Justiz-
rat Dr. M. Strauß.** (Bd. 409.)
- Kaufmännische Angestellte, D. Recht d. i.
A. Von Justizrat Dr. M. Strauß.**
(Bd. 361.)
- Kinematographie.** V. Dr. S. Lehmann.
Mit 69 Abb. (Bd. 358.)
- Klein- u. Straßenbahnen.** V. Oberlehrer
A. Liebmann. M. 85 Abb. (Bd. 322.)
- Kleintierzucht.** Von Redakteur Joh.
Schneider. Mit 29 Fig. im Text u.
28 auf Tafeln. (Bd. 604.)
- siehe auch **Tierzüchtung.**
- Klempner- und Installateurgewerbe, Das.**
Von Dr. O. Kallenberg. (Bd. 615.)
- Kohlen, Unsere.** V. Bergass. W. Kukul.
Mit 60 Abb. u. 3 Taf. (Bd. 396.)
- Kolonialbotanik.** Von Prof. Dr. F. Loh-
ler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)
- Kolonisation, Innere.** Von A. Bren-
ning. (Bd. 261.)
- Konfervierung** siehe **Desinfektion.**
- Konsumgenossenschaft, Die.** Von Prof. Dr.
F. Staudinger. (Bd. 222.)
- s. auch **Mittelstandsbewegung, Wirt-
schaftliche Organisationen.**
- Kraftanlagen** siehe **Feuerungsanlagen** und
**Dampfessel, Dampfmaschine, Wärme-
kraftmaschine, Wasserkraftmaschine.**
- Kraftübertragung.** Die elektrische. Von
Ing. B. Köhn. Mit 137 Abb. (Bd. 424.)
- Krankenpflege in Haus u. Beruf.** V. Che-
farzt Dr. M. Berg. M. Abb. (Bd. 533.)
- Krieg, Kulturgeschichte d. K. V. Prof. Dr.
K. Weule, Geh. Hofrat Prof. Dr. E.
Bethke, Prof. Dr. B. Schmeidler,
Prof. Dr. A. Doren, Prof. D. F.
Herre. (Bd. 561.)**
- Kriegsbeschädigtenfürs. In Verbindg. m.
Med.-Rat Dr. Rebenitsch, Gewerbe-
schuldir. S. Bad, Dir. d. Städt. Ar-
beitsamts Dr. B. Schlotter hrbg. von
Dr. S. Kraus, Leiter d. Städt. Für-
sorgeamts für Kriegshinterbliebene in
Frankfurt a. M. (Bd. 523.)**
- Kriegsschiff, Das.** Seine Entstehung und
Verwend. V. Geh. Marinebaurat a. D.
E. Krieger. Mit 60 Abb. (Bd. 389.)
- Kriminalistik, Moderne.** Von Amtsrichter
Dr. A. Hellwig. M. 18 Abb. (Bd. 476.)
- s. a. **Verbrechen, Verbrecher.**
- Küche** siehe **Chemie in Küche** und **Haus-
Kulturgeschichte des Krieges** siehe **Krieg,
Landwirtschaft, D. Deutsche.** V. Dr. B. Cla-
sen. 2. Aufl. Mit 1 Karte. (Bd. 215.)
- s. auch **Agrikulturchemie, Kleintier-
zucht, Luftstickstoff, Tierzüchtung; Haus-
tiere, Tierkunde **Abt. V.****
- Landwirtschaftliche Maschinenkunde.** Von
Prof. Dr. G. Fischer. Mit 62 Abbild.
(Bd. 316.)
- Luftfahrt, Die, ihre wissenschaftlichen
Grundlagen und ihre technische Entwid-
lung.** Von Dr. R. Rimschär. 3. Aufl.
v. Dr. Fr. Huth. M. 60 Abb. (Bd. 300.)
- Luftstickstoff, Der, u. f. Verw. V. Prof.
Dr. K. Kaiser. M. 13 Abb. (Bd. 313.)**
- Lüftung, Heizung und L.** Von Ingenieur
J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)
- Marr.** Von Dr. M. Adler. (Bd. 621.)
- s. auch **Sozialismus.**
- Maschinen s. Hebezeuge, Dampfmaschine,
Landwirtschaftl. Maschinenkunde, Wärme-
kraftmasch., Wasserkraftmasch.**
- Maschinenelemente.** Von Geh. Bergrat Prof.
R. Vater. 2. A. M. 175 Abb. (Bd. 301.)
- Maße und Messen.** Von Dr. B. Bloch.
Mit 34 Abb. (Bd. 385.)
- Mechanik.** Von Kais. Geh. Reg.-Rat A.
v. Jhering. I.: Die Mechanik d. festen
Körper. M. 61 Abb. II.: Die Mechanik d.
flüss. K. M. 34 Abb. (Bd. 303/304.)
- **Aufgaben aus der technischen M.**
f. d. Schul- u. Selbstunterricht. V. Prof.
M. Schmitt. M. zahlr. Fig. I. Bewe-
gungsl., Statik. 156 Aufg. u. Lösungen.
II. Dynam. 140 A. u. Löf. (Bd. 558/559.)
- Messen** siehe **Maße und Messen.**

Metalle, Die. Von Prof. Dr. R. Scheid. 3. Aufl. Mit 11 Abb. (Bd. 29.)
Niete, Die, nach dem BSW. Von Justizrat Dr. M. Strauß. (Bd. 194.)
M. Krossop, Das Gemeinverständlich dargestellt von Prof. Dr. W. Scheffer. 2. Aufl. Mit 99 Abb. (Bd. 85.)
Milch, Die, und ihre Produkte. Von Dr. A. Reib. Mit 16 Abb. (Bd. 362.)
Mittelstandsbewegung, Die moderne. Von Dr. E. Ruffelmann. (Bd. 417.)
 — siehe Konsumgenoss., Wirtschaftl. Org.
Nahrungsmittel s. Abt. V.
Naturwissenschaften und Technik, Am saujenden Weltzustand der Zeit, Übersicht über Wirkungen d. N u. T auf das gesamte Kulturleben. Von Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl. M. 16 Abb. (Bd. 23.)
Nautik, V. Dr. F. M ö l l e r. 50 Fig. (Bd. 255.)
Optischen Instrumente, Die. Von Prof. Dr. M. v. Rohr. 2. Aufl. Mit 84 Abb. (Bd. 88.)
Organisationen, Die wirtschaftlichen. Von Privatdoz. Dr. E. Lederer. (Bd. 428.)
Ostmark, Die, Eine Einführung in die Probleme ihrer Wirtschaftsgemein. Dreg. von Dr. B. Mitscherlich. (Bd. 351.)
Patente u. Patentrecht s. Gewerbl. Rechtssch.
Perpetuum mobile, Das. V. Dr. F. J. Schaf. Mit 38 Abb. (Bd. 462.)
Photochemie. Von Prof. Dr. G. Rummel. Mit 23 Abb. (Bd. 227.)
Photographie, Die, ihre wissenschaftlichen Grundlagen u. i. Anwendung. V. Dr. O. Prellinger. Mit 65 Abb. (Bd. 414.)
 — Die künstlerische Photographie. Von Dr. W. Barbat. M. 12 Tafeln. (Bd. 410.)
 — Angewandte Liebhaber-Photographie, ihre Technik und ihr Arbeitsfeld. Von Dr. W. Barbat. Mit Abb. (Bd. 535.)
Physik in Küche und Haus. Von Prof. Dr. S. Speittamp. M. 51 Abb. (Bd. 478.)
 — siehe auch Physik in Abt. V.
Postweien, Das, Entwicklung und Bedeutung. Von Postrat J. Bruns. (Bd. 165.)
Rechenmaschinen, Die, und das Maschinenrechnen. Von Reg.-Rat Dipl.-Ing. R. Lenz. Mit 43 Abb. (Bd. 490.)
Recht siehe Eherecht, Erbrecht, Gewerbbl. Rechtsschutz, Jurispr., Kaufm., Kaufm. Angek., Urheber, Verbrechen, Kriminalistik, Verfassung, Wahlr., Zivilprozess.
Rechtsprobleme, Moderne. V. Geh. Justizr. Prof. Dr. F. Kohler. 3. Aufl. (Bd. 128.)
Reichsversicherung, Die. Von Landesrat H. Seelmann. (Bd. 380.)
Salzlagertätten, Die deutschen. Von Dr. E. Riemann. Mit 27 Abb. (Bd. 407.)
 — siehe auch Geologie Abt. V.
Schiffahrt, Deutsche, u. Schiffsahrtspol. d. Ogan. V. Prof. Dr. R. Thieb. (Bd. 169.)
Schiffbau siehe Kriegsschiff.

Schmuck, Die, u. d. Schmucksteinindustr. V. Dr. A. Eppeler. M. 64 Abb. (Bd. 376.)
Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Maier. 4. Aufl. (Bd. 2.)
 — f. a. Arbeiterschutz u. Arbeiterversicher.
Sozialismus, Gesch. der sozialist. Ideen i. 19. Jrh. V. Privatdoz. Dr. Fr. M u d l e. 2. A. I: D. ration. Soz. II: Proudhon u. d. entwicklungsgeschichtl. Soz. (Bd. 269. 270.)
 — siehe auch Marx; Rom. soziale Kämpfe i. alien R. Abt. IV.
Spinneret. Von Dir. Prof. M. Lehmann. Mit 35 Abb. (Bd. 338.)
Sprengstoffe, Die, ihre Chemie u. Technologie. Von Prof. Dr. R. Biederermann. 2. Aufl. M. 12 Fig. (Bd. 286.)
Staat siehe Abt. IV.
Statil. Mit Einschluß der Festigkeitslehre. Von Reg.-Baum. Baugewerkschuldirekt. A. Schau. M. 149 Fig. i. T. (Bd. 497.)
 — siehe auch Mechanik, Aufg. a. d. M. I.
Statistik. Von Professor Dr. S. Schott. (Bd. 442.)
Strafe und Verbrechen, Geschichte u. Organik, d. Gefängniswes. V. Strafanstaltsdir. Dr. med. V. Pollis. (Bd. 323.)
Straßenbahnen, Die Klein- u. Straßennb. Von Oberingenieur a. D. Oberleoror A. Liebmann. M. 82 Abb. (Bd. 322.)
Tabak, Der, Anbau, Handel u. Verarbeitung. V. Jac. Wolf. M. 17 Abb. (Bd. 416.)
Technik, Die chemische. Von Dr. A. Müller. Mit 24 Abb. (Bd. 191.)
 — i. a. Elektrotechnik, Naturwiss. u. T.
Technologie siehe Sprengstoffe.
Tee siehe Kaffee.
Telegraphie, Die, i. i. Entwickl. u. Bedeutg. V. Postrat J. Bruns. M. Fig. (Bd. 183.)
 — Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. V. Oberpost-Dir. S. Brüd. 2. A. Mit 64 Abb. (Bd. 235.)
 — Die Funkenteleg. V. Teleg.-Inspr. S. Thurn. M. 51 Abb. 4 T. (Bd. 167.)
 — siehe auch Drähte und Kabel.
Testamentserrichtung und Erbrecht. Von Prof. Dr. F. Leonh. r. d. (Bd. 429.)
Thermodynamik, Aufgaben aus d. T. B. Geh. Bergrat Prof. Dr. R. Vater.
 — siehe auch Wärmelehre. (Bd. 596.)
Tierzüchtung. Von Dr. G. Wildsdorf. Mit 30 Abb. auf 12 Tafeln. (Bd. 369.)
 — siehe auch Kleintierzucht.
Uhr, Die, Grundlagen und Technik der Zeitmessung. Von Prof. Dr.-Ing. S. Bod. 2. umgearb. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 216.)
Urheberrecht, Das Recht an Schrift- und Kunstwerken. Von Rechtsanw. Dr. R. Mothes. (Bd. 435.)
 — siehe auch gewerblich. Rechtsschutz.

Verbrechen, Strafe und B. Geschichte u. Organisation d. Gefängniswesens. B. Strafanst.-Dir. Dr. med. B. Pollig. (Bd. 323.)
— Verbrechen und Aberglaube. Skizzen aus der volkswirtschaftlichen Kriminalistik. B. Amtsrichter Dr. A. Hellwig. (Bd. 212.)
— Moderne Kriminalistik. B. Amtsrichter Dr. A. Hellwig. M. 18 Abb. (Bd. 476.)
Verbrecher. Die Psychologie des B. (Kriminalpsych.) B. S. Rafanalski. Dr. med. B. Pollig. 2. A. M. 5 Diagr. (Bd. 248.)
— f. a. Handschriftenbeurt. Abt. I.
Verfassg. Grundz. d. B. d. Deutsch. Reiches. B. Geheimrat Prof. Dr. E. Loening. 4. Aufl. (Bd. 34.)
Verfassg. und Verwaltung der deutschen Städte. Von Dr. Matth. Schmid. (Bd. 466.)
— Deutsch. Verfassg. i. geschichtl. Entw. B. Dr. E. H. Ubrich. 2. A. (Bd. 80.)
Verkehrsentwicklung i. Deutschl. 1800 b. z. Gw. B. Prof. Dr. W. Vos. 3. A. (Bd. 15.)
Versicherungswesen. Grundzüge des B. B. Prof. Dr. A. Manes. 2. A. (Bd. 105.)
— f. a. Arbeiterschutz, Reichsversicherung. Volkswirtschaftsmittel f. Ernähr. u. B. Abt. V.
Waffentechnik siehe Handfeuerwaffen.
Wahlrecht. Das. Von Reg.-Rat Dr. O. Boensgen. (Bd. 249.)
Wald. Der deutsche. B. Prof. Dr. Haus-rath. 2. Aufl. Bilderanhang. Kart. (Bd. 153.)
Wärmekraftmaschinen. Die neueren. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2 Bde. I: Einführung in die Theorie u. d. Bau d. Gasmaschinen. 4. A. M. 42 Abb. (Bd. 21.)
II: Gaszweiger, Großgasmasch., Dampf-u. Gasturbin. 3. A. M. 45 Abb. (Bd. 86.)
— siehe auch Kraftanlagen.
Wärmelehre, Einführ. i. d. techn. (Thermodynamik). Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. M. 40 Abb. i. Text. (Bd. 516.)
— f. auch Thermodynamik.
Wasser, Das. Von Geh. Reg.-Rat Dr. O. Anselmino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)
— f. a. Luft, Wass., Licht, Wärme Abt. V.
Wasserkraftmaschinen u. d. Ausnützung d. Wasserkräfte. B. Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Jhering. 2. A. M. 57 Fig. (Bd. 228.)
Weidwerk, Das deutsche. Von Forstmeister G. Frhr. v. Nordenflicht. Mit 1 Titelbild. (Bd. 436.)
Weinbau und Weinbereitung. Von Dr. F. Schmittbener. 34 Abb. (Bd. 332.)
Welthandel siehe Handel.
Wirtschaftliche Erdkunde. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 2. Aufl. Bearb. von Prof. Dr. R. Dove. (Bd. 122.)

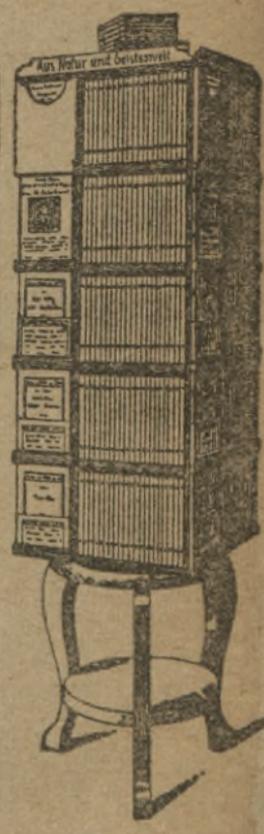
Wirtschaftsgeich. i. Antike B., Ostmar.
Wirtschaftsleben, Deutsch. Auf geograph. Grundl. gesch. v. weil. Prof. Dr. Gruber. 3. A. v. Dr. S. Reinlein. (Bd. 42.)
— Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im letzten Jahrhundert. B. Prof. Dr. L. Pohle. 3. Aufl. (Bd. 57.)
— Deutschl. Stellung i. d. Weltwirtsch. B. Prof. Dr. B. Arndt. 2. A. (Bd. 179.)
— Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben. Von Prof. J. L. Laughlin. Mit 9 graphischen Darstellungen. (Bd. 127.)
— Die Japaner in d. Weltwirtschaft. B. Prof. Dr. R. Rathgen. 2. A. (Bd. 72.)
Wirtschaftlichen Organisationen. Die. Von Privatdoz. Dr. E. Federer. (Bd. 428.)
— f. Konsumgenoss., Mittelstandsbeweg.
Zeitungswesen. B. Dr. S. Diez. (Bd. 328.)
Zivilprozessrecht. Das deutsche. Von Justizrat Dr. M. Strauß. (Bd. 315.)

Das drehbare Gestell

für die Sammlung
Aus Natur u.
Geisteswelt,

gefällig und maßvoll in der Form und praktisch im Gebrauch, will jedem Freunde der schmutzen, gebaltvollen Bändchen deren Vereinigung zu einer wertvollen Handbibliothek erleichtern, um so die Freude an der sündigen Benutzung der lieb gewordenen Bücher noch wesentlich zu erhöhen.

Preis des Gestells (für 500 Bände) aus dunkelbraun geräuchertem Holz mit Fuß M. 90.— ohne Fuß M. 82.50



== Weitere Bände sind in Vorbereitung. ==

DIE KULTUR DER GEGENWART IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE HERAUSGEGEBEN VON PROF. PAUL HINNEBERG VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

III. Teil. Die mathematischen, naturwissenschaftlichen und medizinischen Kulturgebiete. [19 Bände.]

(* erschienen, † unter der Presse.) In Halbfranz geb. jeder Band 2 Mark mehr.

I. Abt. Die math. Wissenschaften. (1 Bd.)

Abteilungsleiter u. Bandredakteur: F. Klein.
Bearb. v. P. Stäckel, H. E. Timerding, A. Voß,
H. G. Zeuthen. 5 Lfg. *I. Lfg. (Zeuthen) geh.
M. 3.— *II. Lfg. (Voß u. Timerding). geh. M. 6.—
*III. Lfg. (Voß) geh. M. 5.—

II. Abt. Die Vorgeschichte der mod. Naturwissenschaften u. d. Medizin. (1 Bd.)

Bandredakteure: J. Ilberg u. K. Sudhoff.

III. Abt. Anorg. Naturwissenschaften.

Abteilungsleiter: E. Lecher.

*Bd. 1. Physik. Bandredakteur: E. Warburg.
Bearb. v. F. Auerbach, F. Braun, E. Dorn,
A. Einstein, J. Elster, F. Exner, R. Gans, E.
Gehrcke, H. Geitel, E. Gumlich, F. Hasenöhrl,
F. Henning, L. Holborn, W. Jäger, W. Kauf-
mann, E. Lecher, H. A. Lorentz, O. Lummer,
St. Meyer, M. Planck, O. Reichenheim, F. Ri-
chard, H. Rubens, E. v. Schweidler, H. Starke,
W. Voigt, E. Warburg, E. Wiechert, M. Wien,
W. Wien, O. Wiener, P. Zeeman. M. 22.—, M. 24.—

*Bd. 2. Chemie. Bandredakteur: † E. v. Meyer.
Allgem. Kristallographie u. Mineralogie.
Bandredakteur: Fr. Rinne. Bearb. v. K. Engler,
H. Immdorf, † O. Kellner, A. Kossel, M. Le
Blanc, R. Luther, † E. v. Meyer, W. Nernst, Fr.
Rinne, O. Wallach, † O. N. Witt, L. Wöhler. Mit
Abb. M. 18.—, M. 20.—

†Bd. 3. Astronomie. Bandred.: J. Hartmann.
Bearb. von L. Ambronn, F. Boll, A. v. Flotow,
F. K. Ginzl, K. Graff, J. Hartmann, J. v. Hep-
perger, H. Kobold, S. Oppenheim, E. Prings-
heim, † F. W. Ristenpart.

Bd. 4. Geonomie. Bandredakteur: † I. B.
Messerschmitt u. H. Benndorf.

Bd. 5. Geologie (einschl. Petrographie).
Bandredakteur: A. Rothpletz.

Bd. 6. Physiogeographie. Bandredakteur:
E. Brückner. 1. Hälfte: Allg. Physiogeographie.
2. Hälfte: Sp. Physiogeographie.

IV. Abt. Organ. Naturwissenschaften.

Abteilungsleiter: R. v. Wettstein.

*Bd. 1. Allgemeine Biologie. Bandredakteure:
† C. Chun u. W. Johannsen, u. Mitw. v. A. Günt-
hart. Bearbeitet v. E. Baur, P. Boysen-Jensen,

P. Clausen, A. Fischel, E. Godlewski, M. Hart-
mann, W. Johannsen, E. Laqueur, † B. Lidforß,
W. Ostwald, O. Porsch, H. Przibram, E. Rádl,
O. Rosenberg, W. Roux, W. Schleip, G. Senn,
H. Spemann, O. zur Strassen. M. 21.—, M. 23.—

*Bd. 2. Zellen- und Gewebelehre, Morpho-
logie und Entwicklungsgeschichte. 1. Bot-
tan. Teil. Bandredakteur: † E. Strasburger.
Bearb. v. W. Benecke u. † E. Strasburger. Mit
Abb. M. 10.—, M. 12.— 2. Zoologischer Teil.
Bandredakteur: O. Hertwig. Bearb. v. E. Gaupp,
K. Heider, O. Hertwig, R. Hertwig, F. Keibel,
H. Poll. M. 16.—, M. 18.—

Bd. 3. Physiologie u. Ökologie. *1. Bot. T.
Bandred.: G. Haberlandt. Bearb. von E. Baur,
Fr. Czapek, H. v. Guttenberg. M. 11.—, M. 13.—
2. Zoologischer Teil. Bandredakteur und
Mitarbeiter noch unbestimmt.

*Bd. 4. Abstammungslehre, Systematik,
Paläontologie, Biogeographie. Bandredak-
teure: R. Hertwig u. R. v. Wettstein. Bearb. v.
O. Abel, I. E. V. Boas, A. Brauer, A. Engler,
K. Heider, R. Hertwig, W. J. Jongmans, L. Plate,
R. v. Wettstein. M. 20.—, M. 22.—

†V. Abt. Anthropologie. (1 Bd.)

Bandred.: † G. Schwalbe. Bearb. v. E. Fischer
R. F. Graebner, M. Hoernes, Th. Mollison
A. Ploetz, † G. Schwalbe. ca. M. 22.—, M. 24.—

VI. Abt. Die medizin. Wissenschaften.

Abteilungsleiter: Fr. v. Müller.

Bd. 1. Die Geschichte der mod. Medizin
Bandred.: K. Sudhoff. Die Lehre von den
Krankheiten. Bandred.: W. His.

Bd. 2. Die medizinischen Spezialfächer.
Bandred.: Fr. v. Müller.

Bd. 3. Beziehungen der Medizin z. Volke-
wohl. Bandredakteur: M. v. Gruber.

VII. Abt. Naturphilosoph. u. Psychol.

*Bd. 1. Naturphilosophie. Bandredakteur:
C. Stumpf. Bearb. v. E. Becher. M. 14.—, M. 15.—

Bd. 2. Psychologie. Bandredakteur und
Mitarbeiter noch unbestimmt.

VIII. Abt. Organisation der Forschung

und des Unterrichts. (1 Bd.)

Bandredakteur: A. Gutzmer.

IV. Teil. Die technischen Kulturgebiete. [15 Bände.]

Abteilungsleiter: W. v. Dyck und O. Kammerer.

Bisher erschienen:

Technik des Kriegswesens. Bandredakteur M. Schwarte. Bearb. v. K. Becker, O. v. Eber-
hard, L. Glatzel, A. Kersting, O. Kretschmer, O. Poppenberg, J. Schroeter, M. Schwarte,
W. Schwinning. Geheftet M. 24.—, gebundene M. 26.—. [Band 12.]

Probeheft mit Inhaltsübersicht, des Gesamtwerkes, Probeabschnitten, Inhaltsverzeichnis
und Besprechungen umsonst und postfrei durch B. G. Teubner Leipzig, Poststr. 3

Tierbau und Tierleben in ihrem Zusammenhang betrachtet

von
Dr. Richard Hesse und Dr. Franz Doflein

Professor der Zoologie an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin

Professor der Zoologie an der Universität
Freiburg i. Br.

Mit über 1200 Abbild. sowie 40 Tafeln in Schwarz- u. Buntdruck nach Originalen von W. Engels, W. Heubach, E. E. Höß, E. Kisting, W. Kuhnert, B. Liljefors, E. Mercuriano, E. Müller-Mainz, P. Neuenborn, O. Volkrath u. a.

1. Band: Das Tier als selbständiger Organismus 2. Band: Das Tier als Glied des Naturganzen

Jeder Band in künstl. Original-Ganzleinenband M. 20,—, in eleg. Halbstranzband M. 22,—

Es ist nicht gut möglich, zum Lobe des Textes oder der Ausstattung zu viel zu sagen. Es ist ein fundamentales Werk, das dem Fachmann als Wegweiser und Fundgrube, dem Laien als wünschenswerte Ergänzung zu seinem grossen oder kleinen Drehm dienen wird. Wissenschaftlich ganz auf der Höhe der Zeit stehend, spricht es eine so klare Sprache und berührt so fesselnde Fragen der Tierforschung, daß es für jeden Wert und Gültigkeit hat, der sich mit Zoologie beschäftigt. Es dürfte sich nicht leicht ein anderes Buch finden, das in der vollstündlichen Behandlung wissenschaftlicher Probleme so vorbildlich wäre. (Propyläen.)

Mathemat.-Physikalische Bibliothek

Gemeinverständliche Darstellungen aus der Elementarmathematik und -physik für Schule und Leben. Unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben von Dir. Dr. W. Liehmann und Studienrat Dr. A. Witting.

Mit zahlreichen Figuren. kl. 8. Kart. je 80 Pf.

Bisher erschienene Bände:

- | | |
|--|---|
| Bisfen u. Ziffernssysteme d. Kulturvölker i. alter und neuer Zeit. Von E. Eßfler. Bd. 1. | Beispiele z. Geschichte. Mathematik. Von A. Witting u. M. Gebhardt. Bd. 15. |
| Der Begriff d. Zahl in seiner log. u. histor. Entwickl. Von H. Wieleitner. 2. A. Bd. 2. | Anfert.math. Modelle. V. K. Siebel. Bd. 16. |
| Der pythagoreische Lehrsatz mit einem Ausblick auf das Fermatsche Problem. Von W. Liehmann. 2. Auflage. Bd. 3. | Dreht sich die Erde? V. W. Brunner. Bd. 17. |
| Wahrscheinlichkeitsrechnung nebst Anwendungen. Von D. Melchner. Bd. 4. | Mathematischer Anekdoten. Von Wilhelm Ahrens. Bd. 18. |
| Die Fallgehe, ihre Geschichte u. ihre Bedeutung. Von H. E. Timerding. Bd. 5. | Vom periodischen Dezimalbruch zur Zahlentheorie. Von A. Leman. Bd. 19. |
| Einführung in die projektive Geometrie. Von M. Zschalig. Bd. 6. | Mathematik und Malerei. 2 Bde. in 1 Bd. Von G. Wolff. Bd. 20. 21. |
| Die 7 Rechnungsarten mit allgemeinen Zahlen. Von H. Wieleitner. Bd. 7. | Soldaten-Mathematik. Von Alexander Witting. Bd. 22. |
| Theorie der Planetenbewegung. Von P. Meib. Bd. 8. | Theorie und Praxis des Rechenstrebens. Von A. Kohrberg. Bd. 23. |
| Einführung in die Infinitesimalrechnung. Von A. Witting. Bd. 9. | Die mathem. Grundlagen der Variations- u. Vervielfachungslehre. V. P. Kieffel. Bd. 24. |
| Wo steht der Fehler? Trugschlüsse u. Schülerfehler. Von W. Liehmann und V. Frier. 2. Auflage. Bd. 10. | Riesen und Zwerge im Zahlenreich. Von W. Liehmann. Bd. 25. |
| Konstruktionen in begrenzter Ebene. Von P. Zühlke. Bd. 11. | Methoden zur Lösung geometrischer Aufgaben. Von B. Kerst. Bd. 26. |
| Quadratur d. Kreises. V. E. Beutel. Bd. 12. | Karte und Kroll. Von G. Wolff. Bd. 27. |
| Geheimnisse der Rechenkünstler. Von Ph. Maennchen. Bd. 13. | Die Funktionsleiter. Erster Teil einer Einführung in die Nomographie. Von P. Eudeß. Bd. 28. |
| Darstellende Geometrie des Geländes. Von A. Rothe. Bd. 14. | Was ist Geld? V. W. Liehmann. Bd. 30. |
| | In Vorb.: A. Varuch, Tag und Stunde. W. Dieck, Nichteuklidische Geometrie. R. Doehlemann, Mathematik und Architektur. |

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Teubners Künstlersteinzeichnungen

Wohlfeile farbige Originalwerke erster deutscher Künstler fürs deutsche Haus
Die Sammlung enthält jetzt über 200 Bilder in den Größen 100×70 cm (M. 7.50), 75×55 cm (M. 6.—), 103×41 cm u. 60×50 cm (M. 5.—), 55×42 cm (M. 4.50), 41×30 cm (M. 3.—)
Rahmen aus eigener Werkstätte in den Bildern angepassten Ausführungen äußerst preiswürdig.

R. W. Diefenbachs Schattenbilder

„Per aspera ad astra“

Album, die 34 Teil d. s. vollst. Wandstriefes
fortl. wiederg. (20²/₂×25 cm) M. 15.—
Teilbilder als Wandstriefe (42×80 cm)
je M. 5.— (35×18 cm) je M. 1.25
letzte u. Glas m. Leinw.-Einf. je M. 3.—

„Göttliche Jugend“

2 Mappen, I. 2. Aufl. mit je 20 Blatt
(25¹/₂×34 cm) je M. 6.25
Einzelbilder. je M. —.75
unter Glas u. Leinwandefnf. je M. 1.75

Karl Bauers Federzeichnungen

Führer und Helden im Weltkrieg. Einzelne Blätter (28×36 cm) M. —.75,
Liebhäberausgabe M. 1.25, 2 Mappen, enthaltend je 12 Blätter je M. 3.—

Charakterköpfe 3. deutschen Geschichte. Mappe, 32 Bl. (28×36 cm) M. 6.35,
12 Bl. M. 3.50, Einzelblätter auf Karton geteilt M. —.85, Liebhäberausgabe M. 1.25

Aus Deutschlands großer Zeit 1913. In Mappe, 16 Bl. (28×36 cm) M. 4.50,
Einzelblätter auf Karton geteilt M. —.85 Liebhäberausgabe M. 1.25
Rahmen zu den Blättern passend von M. 2.50 bis M. 5.—

Scherenschnitte von Rolf Winkler

1. Reihe: „Aus der Kriegszeit“. 6 Blätter, Scherenschnitte des Künstlers wiedergebend.
1. Abschied des Landwehrmannes. 2. Auf der Wacht. 3. In Feuerstellung. 4. Stipatrouille.
5. Treue Kameraden. 6. Am Grabe des Kameraden.

Auf Kart. m. verschiedenfarb. Tonunterdruck: Einz. M. 1.25, 6 Bl. in Mappe M. 5.—,
Unter Glas in Leinw.-Einf. m. Seidensch. n.: M. 3.50, In Mahagonirähmch.: M. 6.25

Deutsche Kriegsscheiben

Scheibenbilder erster Münchener Künstler wie v. Defregger, J. Diez, E. Grünher, H. v. Habermann, Th. Th. Heine, A. Jank, v. Jügel u. a. Sie bringen köstlich humorvolle, zumeist auf den Krieg bezügliche Darstellungen, wie den großmäuligen Engländer, die Entente, „Russen-Invasion“, u. 21 auf der Jagd, u. a. und sind zur Schießhausbildung und als Zimmerschmuck gleich geeignet und wertvoll.

Preis je ca. M. 1.50. Auf Pappe mit grünem Kranz je ca. M. 1.80. Auf Holz mit grünem Kranz je ca. M. 5.50. — Bei größeren Bezügen ermäßigen sich die Preise.

Postkartenausgaben

Jede Karte 15 Pf., Reihe von 12 Karten in Umschlag M. 1.50, jede Karte unter Glas mit schwarzer Einfassung und Schnur M. —.75.

Teubners Künstlersteinzeichnungen in 11 Reihen, (davon 50 versch. Motive auch unter Glas in ovalem Holzrahmen, je M. 1.50). Bauers Führer u. Helden in 2 Reihen.

Winklers Scherenschnitte, 6 Karten in Umschlag M. —.80. Kriegsscheiben-Karten in 2 Reihen (diese nicht mit Einfassung käuflich). Denkwürdige Stätten aus Nordfrankreich.

12 Karten nach Orig.-Lithograph. von R. Lohr. Diefenbachs Schattenbilder in 6 Reihen. Aus dem Kinderleben, 6 Karten nach Bleistiftzeichnungen von Hela Peters. 1. Der gute Bruder. 2. Der böse Bruder. 3. Wo duckt der Schuh? 4. Schmeidekläppchen

5. Püppchen, aufgepaßt! 6. Große Wäsche. In Umschlag M. —.80. Schattenrispikarten von Verda Luise Schmidt: 1. Reihe: Spiel und Tanz, Fest im Garten, Blumenorakel, Die kleine Schöne, Delaunichter Dichter, Nattensänger von Hameln. 2. Reihe: Die Freunde, Der Besuch, Im Kräutern, Kesselspiel, Ein Frühlingstrauch, Der Liebesbrief. 3. Reihe: Der Brief an „Ihn“, Annäherungsversuch, Am Spinett, Beim Wein, Ein Märchen, Der Geburtstag. Jede Reihe in Umschlag M. —.80.

3. Reihe der Schattenrispikarten von Verda Luise Schmidt auch im Format 20×15 cm je M. —.50. In Mahagonirähmchen m. Glas einstichl. Bild je M. 3.75

Vollst. Kat. ü. Künstler. Wandschm. m. farb. Wiederg. v. ü. 200 Bl. geg. Einseindg. v. 60 Pf. (Ausl. 70 Pf.) Ausf. Verz. d. Postkartenausg. umsonst. Beide v. Verlag in Leipzig, Poststr. 3.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301518



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295928