

# Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

Fa 45

R. Vater

## Die Maschinenelemente



Verlag von B. G. Teubner in Leipzig

2.50

Otto Lohmann,



Ein vollständiges Verzeichnis der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“ befindet sich am Schluß dieses Bandes.

## Die Sammlung

# „Aus Natur und Geisteswelt“

verdankt ihr Entstehen dem Wunsche, an der Erfüllung einer bedeutenden sozialen Aufgabe mitzuwirken. Sie soll an ihrem Teil der unserer Kultur aus der Scheidung in Kasten drohenden Gefahr begegnen helfen, soll dem Gelehrten es ermöglichen, sich an weitere Kreise zu wenden, und dem materiell arbeitenden Menschen Gelegenheit bieten, mit den geistigen Errungenschaften in Fühlung zu bleiben. Der Gefahr, der Halbbildung zu dienen, begegnet sie, indem sie nicht in der Vorführung einer Fülle von Lehrstoff und Lehrsätzen oder etwa gar unerwiesenen Hypothesen ihre Aufgabe sucht, sondern darin, dem Leser Verständnis dafür zu vermitteln, wie die moderne Wissenschaft es erreicht hat, über wichtige Fragen von allgemeinstem Interesse Licht zu verbreiten, und ihn dadurch zu einem selbständigen Urteil über den Grad der Zuverlässigkeit jener Antworten zu befähigen.

Es ist gewiß durchaus unmöglich und unnötig, daß alle Welt sich mit geschichtlichen, naturwissenschaftlichen und philosophischen Studien befaße. Es kommt nur darauf an, daß jeder an einem Punkte die Freiheit und Selbständigkeit des geistigen Lebens gewinnt. In diesem Sinne bieten die einzelnen, in sich abgeschlossenen Schriften eine Einführung in die einzelnen Gebiete in voller Anschaulichkeit und lebendiger Frische.

In den Dienst dieser mit der Sammlung verfolgten Aufgaben haben sich denn auch in dankenswertester Weise von Anfang an die besten Namen gestellt. Andererseits hat dem der Erfolg entsprochen, so daß viele der Bändchen bereits in neuen Auflagen vorliegen. 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 sind denn die schmalen, gehaltvollen Bände durchaus geeignet, die Freude am Buche zu wecken und daran zu gewöhnen, einen kleinen Betrag, 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 kleine Bibliothek zu schaffen, die das für ihn Wertvollste „Aus Natur und Geisteswelt“ vereinigt.

Die meist reich illustrierten Bändchen sind  
in sich abgeschlossen und einzeln käuflich.



IV 1377

# Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

301. Bändchen

# Die Maschinenelemente

Von

Richard Vater

Professor an der Kgl. Bergakademie Berlin

Mit 184 Abbildungen im Text



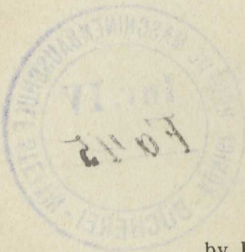
621.81/85



396



C2-I. 396



Copyright 1910  
by B. G. Teubner in Leipzig.

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

## 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 erleichtern 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.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite	
<b>Erster Abschnitt.</b>		
<b>Verbindende Maschinen-</b> <b>theile.</b>	Seite	
Unlösbare und lösbare Verbindungen . . . . .	1	
Erstes Kapitel.		
<b>Riete.</b>		
Allgemeines . . . . .	1	
Befestigungen von Rädern auf Wellen . . . . .	3	
Rut und Feder . . . . .	4	
Zweites Kapitel.		
<b>Riete.</b>		
Die Riete und ihre Ver- wendung . . . . .	4	
Rietverbindungen . . . . .	6	
Hand- und Maschinen- rietung . . . . .	7	
Verstemmen der Rietnaht .	8	
Drittes Kapitel.		
<b>Schrauben.</b>		
Erläuterungen . . . . .	9	
Scharfgängige und flach- gängige Schrauben . . . . .	9	
Eingängiges und mehr- gängiges Gewinde . . . . .	10	
Rechts- und linksgängige Schrauben . . . . .	11	
Schraubensysteme . . . . .	12	
Schraubensicherungen . . . . .	13	
Zweiter Abschnitt.		
<b>Maschinenteile der</b> <b>drehenden Bewegung.</b>		
Erstes Kapitel.		
<b>Zapfen.</b>		
Allgemeines . . . . .	16	
Tragzapfen, Spurzapfen . . . . .	17	
Anderer Arten von Zapfen (Halszapfen, Kugelzapfen, Kammzapfen) . . . . .		17
Zweites Kapitel.		
<b>Achsen und Wellen.</b>		
Allgemeines . . . . .	18	
Hohle Achsen und Wellen . . . . .	19	
Form der Achsen und Wellen . . . . .	20	
Drittes Kapitel.		
<b>Kuppelungen.</b>		
Erläuterungen . . . . .	21	
Feste Kuppelungen . . . . .	22	
Bewegliche Kuppelungen . . . . .	23	
Ausrückkuppelungen . . . . .	24	
Viertes Kapitel.		
<b>Lager.</b>		
Allgemeines . . . . .	26	
Einzelheiten der Traglager . . . . .	27	
Verstellbarkeit der Lager- schalen . . . . .	29	
Kugellager . . . . .	30	
Lagerschmierung . . . . .	31	
Dritter Abschnitt.		
<b>Räder.</b>		
Einleitung.		
<b>Erläuterungen und Be-</b> <b>wegungsgesetze . . . . .</b>	34	
Allgemeines . . . . .	34	
Unmittelbar sich berührende Räder . . . . .	35	
Räder, welche sich nicht un- mittelbar berühren . . . . .	36	
Wichtige Sätze . . . . .	36	
Erster Teil.		
<b>Unmittelbar sich berührende</b> <b>Räder.</b>		
Erstes Kapitel.		
<b>Reibungsräder . . . . .</b>	39	



	Seite
<b>Zweites Kapitel.</b>	
<b>Zahnräder . . . . .</b>	40
Allgemeines . . . . .	40
Verzahnungsgeß. . . . .	41
Anderer wichtige Geße . . . . .	41
Erklärung . . . . .	42
Form der Zahnflanken . . . . .	42
Zykloiden- und Evolventen- verzahnung . . . . .	43
<b>Drittes Kapitel.</b>	
<b>Zahnräder besonderer Art . . . . .</b>	44
Zahnstangen . . . . .	44
Kegekräder . . . . .	44
Pfeilkräder . . . . .	45
Schraube ohne Ende . . . . .	47
Schraubenräder . . . . .	47
<b>Zweiter Teil.</b>	
<b>Räder zur Kraftübertragung mittels Zugorganen.</b>	
<b>Erstes Kapitel.</b>	
<b>Vorbemerkungen . . . . .</b>	
Allgemeines . . . . .	48
Treibende und getriebene Scheiben. . . . .	49
<b>Zweites Kapitel.</b>	
<b>Riementrieb . . . . .</b>	
Der Riemen . . . . .	49
Riemenabmessungen . . . . .	50
Riemen-geschwindigkeit . . . . .	51
Berechnung des Riemens . . . . .	52
Ballige Riemen-scheiben . . . . .	53
Gekreuzte und ge-schränkte Riementriebe . . . . .	54
Spannrollen . . . . .	55
Los- und Fest-scheiben . . . . .	55
Wen-degetriebe . . . . .	57
Stufen-scheiben . . . . .	59
<b>Drittes Kapitel.</b>	
<b>Drahtseiltrieb . . . . .</b>	
<b>Viertes Kapitel.</b>	
<b>Hanfseil- und Baumwoll- seiltrieb . . . . .</b>	
Allgemeines . . . . .	61
Kreis-seiltrieb . . . . .	63

Berechnung eines Hanfseil- triebes . . . . .	63
<b>Fünftes Kapitel.</b>	
<b>Nettengetriebe . . . . .</b>	
<b>Vierter Abschnitt.</b>	
<b>Maschinenteile zur Um- änderung einer gerad- linigen in eine kreisförmige Bewegung und umgekehrt. (Kurbelgetriebe.)</b>	
<b>Erstes Kapitel.</b>	
<b>Zylinder . . . . .</b>	
<b>Zweites Kapitel.</b>	
<b>Kolben . . . . .</b>	
Allgemeines . . . . .	69
Scheibenkolben . . . . .	70
Tauchkolben . . . . .	71
<b>Drittes Kapitel.</b>	
<b>Kolbenstangen . . . . .</b>	
<b>Viertes Kapitel.</b>	
<b>Stopfbüchsen . . . . .</b>	
<b>Fünftes Kapitel.</b>	
<b>Geradführungen . . . . .</b>	
<b>Sechstes Kapitel.</b>	
<b>Schubstangen . . . . .</b>	
<b>Siebentes Kapitel.</b>	
<b>Kurbeln . . . . .</b>	
<b>Achstes Kapitel.</b>	
<b>Bauliche Abänderungen der Kurbel . . . . .</b>	
Kurbelschleife. Er-zenter . . . . .	82
<b>Fünfter Abschnitt.</b>	
<b>Rohre.</b>	
<b>Erstes Kapitel.</b>	
<b>Guß-eiserne Rohre . . . . .</b>	
Flansch-rohre . . . . .	84
Muffen-rohre . . . . .	84
Normalien für guß-eiserne Rohre . . . . .	85

	Seite		Seite
Zweites Kapitel.		B. Selbsttätige Ventile . . .	94
<b>Rohre aus schmiedbarem</b>		Das einfache Tellerventil . . .	96
<b>Eisen . . . . .</b>	86	Mehrfache Ventile . . . . .	98
Genietete Rohre . . . . .	86	Mehrzügige Ventile . . . . .	98
Geschweißte Rohre . . . . .	87	Stufen- oder Etagen-	
Nahtlose Rohre . . . . .	88	ventile . . . . .	99
Drittes Kapitel.		C. Gesteuerte Ventile . . . . .	99
<b>Kupfer- und Messingrohre</b>	89	Drittes Kapitel.	
Viertes Kapitel.		<b>Klappenventile</b> . . . . .	101
<b>Ausdehnungsvorrichtungen</b>	90	Viertes Kapitel.	
Sechster Abschnitt.		<b>Schieber</b> . . . . .	101
<b>Ventile.</b>		Normalschieber . . . . .	101
Erstes Kapitel.		Drehschieber . . . . .	102
<b>Einteilung und allgemeine</b>		Hähne . . . . .	103
<b>Bauweise . . . . .</b>	92	Fünftes Kapitel.	
Zweites Kapitel.		<b>Ventile zu besonderen</b>	
<b>Subventile . . . . .</b>	93	<b>Zwecken</b> . . . . .	103
A. Absperrventile . . . . .	94	Sicherheitsventile . . . . .	103
		Reduzierventile . . . . .	104
		Drosselventile . . . . .	105
		Rohrbruchventile . . . . .	106
		Sachregister . . . . .	107



## 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.

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.

Die Abbildung zeigt, wie diese Aufgabe sich lösen läßt: a sowohl wie b erhalten einen länglichen, oben und unten abgerundeten Schlitze. Durch diesen gemeinsamen Schlitze wird ein Keil c hindurchgesteckt, der durch Schläge

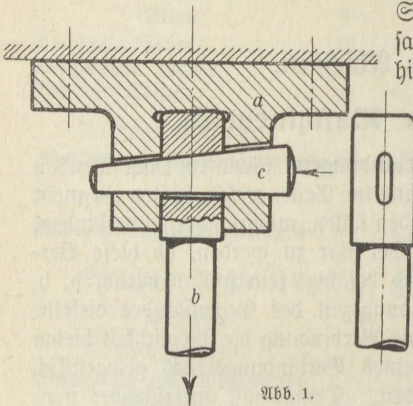


Abb. 1.

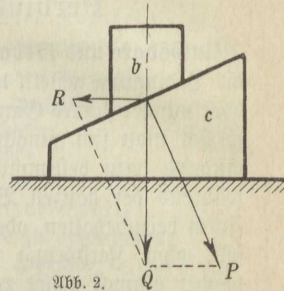


Abb. 2.

auf seine breitere (in der Abb. rechte) Endfläche möglichst weit hineingetrieben wird, bis die Stange auf dem Grunde des Loches aufsitzt. Man erkennt leicht, daß ein Herausnehmen der Stange und damit eine Lösung der Verbindung ohne Schwierigkeit durch Heraus schlagen des Keiles ermöglicht ist. Man erkennt aber auch, daß, falls die Stange b in dem zugehörigen Loch 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 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 in Folge der hierdurch entstehenden Reibung ein Festhalten der Stange erreicht wird.

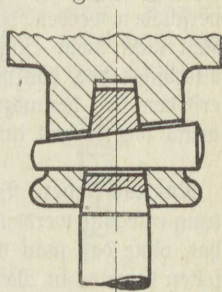


Abb. 3.

**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

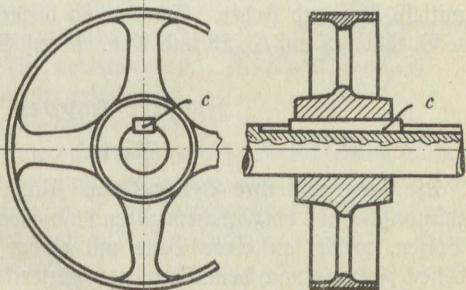


Abb. 4.

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 Drehung 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 festsetzt, ohne zu schlottern. Der Keil trägt in einem solchen Falle den Namen Feder und man spricht dann von einer Verbindung mittelst Nut und Feder. Anwendung dieser Befestigungsart siehe z. B. Abb. 42 auf S. 25 und Abb. 69 auf S. 40.

## 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 Niets 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 Durch-

messer  $d$  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 Niets vorhandene Kopf heißt der Setzkopf, der bei der Vernietung hergestellte neue Kopf der Schließkopf des Niets, den dazwischen liegenden Bolzen nennt man Nietenchaft.

Der Grund, warum Niete 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 Niete meist abgesehen, da einmal derartig dünne Niete leicht im Feuer verbrennen, dann aber auch deshalb, weil bei der Vorzüglichkeit des Stoffes, aus dem die Niete hergestellt werden, sich Stauchen und Bildung des Schließ-

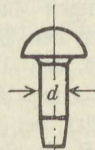


Abb. 5.

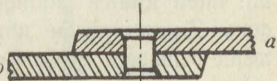


Abb. 6.

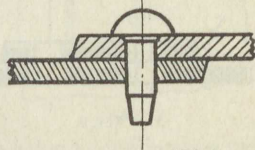


Abb. 7.

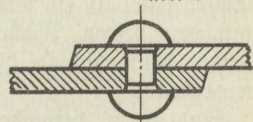


Abb. 8.

kopfes hier auch im kalten Zustande ohne Schwierigkeit bewerkstelligen lassen.

**Nietverbindungen.** 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 Niete durch beide Bleche hindurchsteckt. Nietverbindungen dieser Art heißen Überlappungsnietungen. Sie haben den Vorteil der Einfachheit und Billigkeit, haben aber andererseits den Übelstand, daß die zusammengeneteten 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“ aneinander gelegt werden. Über die ganze Trennungsfuge wird nun auf einer Seite (Abb. 9), oder wenn besonders große Festigkeit erzielt werden soll, auf beiden

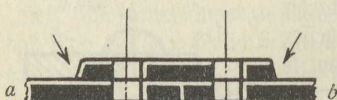


Abb. 9.

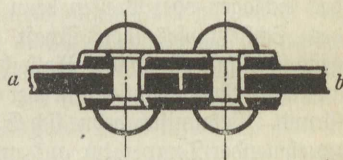


Abb. 10.

Seiten (Abb. 10) ein Blechstreifen („Lasche“) gelegt und durch Nieten mit den beiden Blechen verbunden. Derartige Verbindungen heißen dann einfache (Abb. 9) oder doppelte (Abb. 10) Laschen-nietungen.

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 Nieten 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 Nieten nebeneinander an, wobei die einzelnen Nietreihen gegeneinander versetzt sind (Zickzacknietung). Abb. 11 zeigt eine zweireihige Laschen-nietung (auf jeder Seite der Trennungsfuge der Bleche befinden sich zwei Reihen von Nieten). Abb. 12 zeigt eine dreireihige Überlappungsnietung.



**Hand- und Maschinennietung.** Das Stauchen des Nietenstiftes und die Bildung des Schließkopfes wurde früher ausschließlich mit der Hand ausgeführt in der Weise, daß nach Einstecken des glühend gemachten Nieten in die vorbereiteten Löcher ein Arbeiter den Setzkopf mit einem schweren, als Amboß wirkenden Gegenstand stützte, während ein oder mehrere andere Arbeiter mit starken Hammerschlägen zuerst den Nietenstift stauchten, worauf dann mit Hilfe eines auf den herausstehenden Nietenstift 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

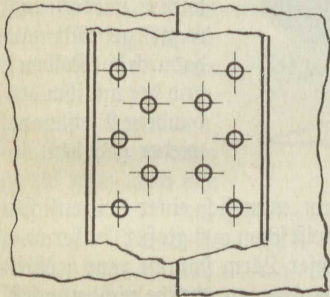


Abb. 11.

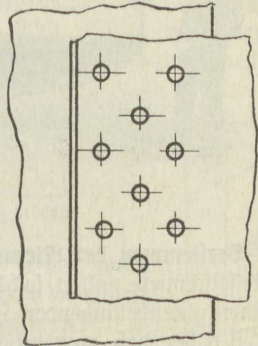


Abb. 12.

auch die Nieten 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 umfangreichen Vernietungen auch schon der Billigkeit wegen fast ausschließlich durch solche mit Preßwasser oder Preßluft betriebene Nietmaschinen ausgeführt. Abb. 13<sup>1)</sup> 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

1) Aus ein. Katal. der Fa. Deutsche Niles-Werkzeugmaschinenfabrik.

(in der Abb. der Deutlichkeit halber fortgelassenen) Stempels geschieht nun in folgender Weise: Wird der Preßluftkolben a (Abb. 14) nach links gedrückt, so dreht sich die (in Wirklichkeit doppelt ausgeführte)

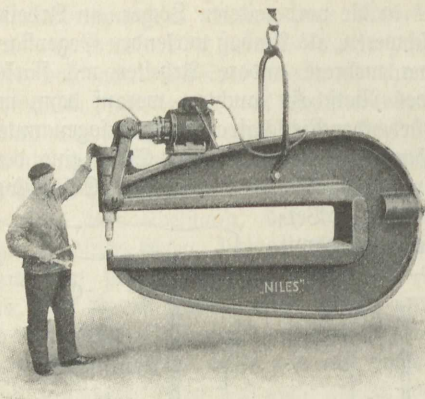


Abb. 13.

Lenkstange c um den Punkt d und zwingt dadurch den Kolben b vermittlest 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.

**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

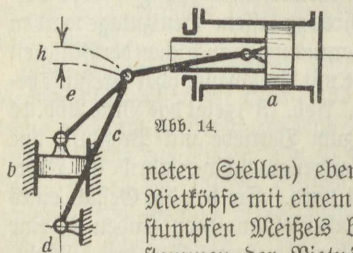


Abb. 14.

ausgeführt, daß die zu diesem Zwecke etwas abgeschrägten Kanten der miteinander vernieteten Bleche (also z. B. die in Abb. 9 auf S. 6 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 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 Teilen, die außerhalb der Werkstatt verbunden werden sollen (Brückenteile und dergleichen) in neuerer Zeit mit solchen Drucklufthämmeru 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  $\alpha$  den Steigungswinkel 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.

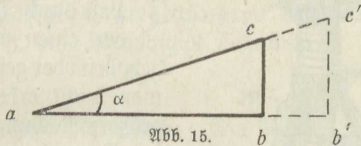


Abb. 15.



Abb. 16.

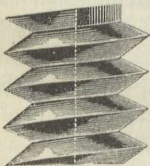


Abb. 17.

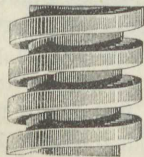


Abb. 18.

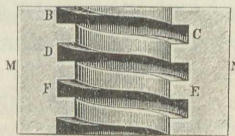


Abb. 19.

**Scharfgängige und flachgängige Schrauben.** Von den an sich beliebigen Gewinde-Querschnitten kommen im Maschinenbau im wesentlichen nur zwei Arten in Frage: das Dreieck und das Rechteck, und man nennt nun eine Schraube mit dreieckigem Gewinde-

querschnitt eine scharfgängige (Abb. 17), eine solche mit rechteckigem Querschnitt eine flachgängige Schraube (Abb. 18). Ihre Verwendungsart 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.

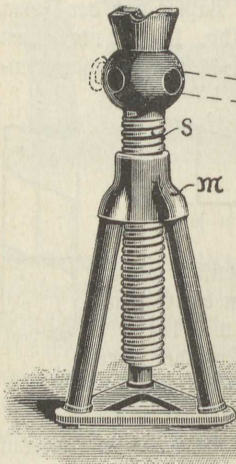


Abb. 20.

Abb. 20 stellt z. B. ein solches Hebezeug dar, vermittelt 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 Schraubenmutter 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 vermittelt der Schraubwinde (Abb. 20) in Verbindung mit Abb. 16 a. vor. S., 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, den Durchmesser der Schraube, also auch die Entfernung  $a$ ,  $b$  (Abb. 15) un geändert 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 zwei) 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.

**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 herumdrehen 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

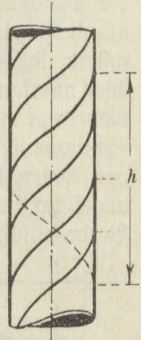


Abb. 21.

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, daß bei der Drehung des Spannschlusses

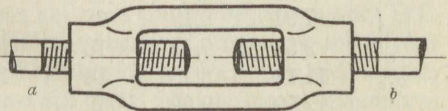


Abb. 22.

in der einen Richtung die beiden Stangen einander genähert (gespannt), 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 un schwer 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 abzu helfen, 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 wenigstens nur auf drei 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
Außerer Durchmesser des Gewindes		Kern durchmesser	Anzahl der Gewindgänge auf 1 Z	Höhe der Mutter, abgerundet	Höhe des Kopfes, abgerundet	Schlüsselweite, abgerundet
d		d <sub>1</sub>	engl.	h <sub>1</sub>	h <sub>0</sub>	s <sub>0</sub>
engl. Z.	mm	mm		mm	mm	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.
3. Die Steigung des Gewindes (Spalte 4) und endlich
4. einige sonstige Abmessungen (Spalte 5 bis 7), welche für die Ausführung von Wichtigkeit sind.

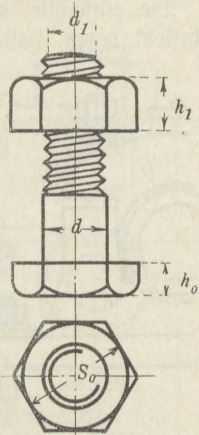


Abb. 23.

Ein anderes, ebenfalls auf der Einteilung nach engl. Zoll beruhendes Gewindesystem ist das Sellersche, welches hauptsächlich in Amerika angewendet wird, während das sogenannte S=J-Gewinde (System International) auf metrischer Grundlage beruht, leider aber bisher auch in den Staaten keine weite Verbreitung gefunden hat, die sonst alle ihre Rechnungsgrößen auf metrischer Grundlage aufgebaut haben.

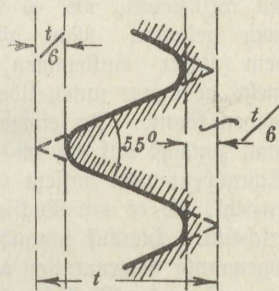
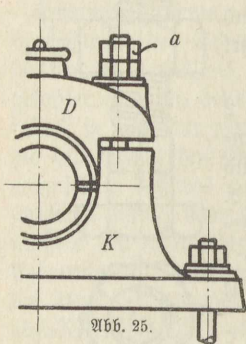


Abb. 24.

**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 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 Durchmesser 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 einklemmen, 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 Schraubennutter 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. 124 links befindlichen vier Schrauben sind in dieser Weise gesichert.

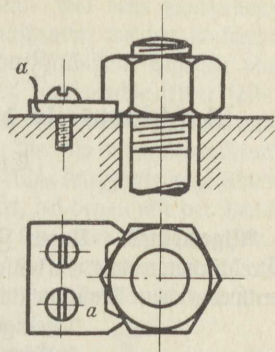


Abb. 26.

vier Schrauben sind in



## 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 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.

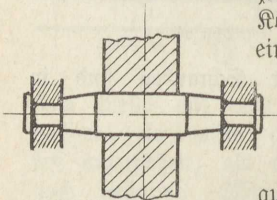


Abb. 27.

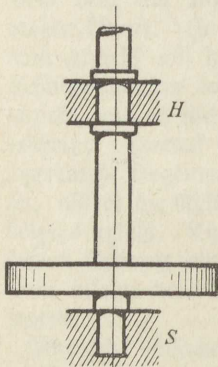


Abb. 28.

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.



theoretisch auch sein mag, so wird er doch nur in seltenen Fällen angewendet, da eine große Schwierigkeit darin besteht, den Lager-  
schalen, welche den Zapfen umschließen sollen, genau dieselbe  
Kugelform zu geben und diese Übereinstimmung der Kugelform  
bei Zapfen und Lager-  
schalen auch während des Betriebes  
beizubehalten.

**Kammzapfen.** Ist der durch einen Spurzapfen aufzunehmende  
Druck sehr groß, so gibt man dem Zapfen bisweilen mehrere Spur-  
kränze, und erhält dann die sogenannten Kammzapfen (Abb. 31).  
Ihre Hauptanwendung finden sie bei den Maschinenwellen von  
Schraubendampfern, bei denen der gesamte Druck der das Schiff  
vorwärts treibenden Schraubenflügel durch solche Kammzapfen  
aufgenommen werden muß. Der Hauptübelstand dieser Kamm-  
zapfen 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 Abnützung ein, als an den anderen, so

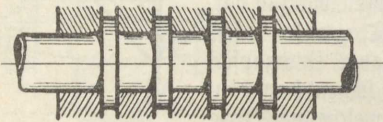


Abb. 31.

liegt dieser eine Ring sehr bald  
weniger stark an seiner Lager-  
schale an, die anderen Ringe  
werden entsprechend stärker be-  
lastet und es kann dann bei un-  
aufmerkamer 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 Schrauben-  
schiffen, nicht gut durch andere Zapfen ersetzen lassen.

## Zweites Kapitel.

### Achsen und Wellen.

Unter Achsen versteht man mit Zapfen versehene, in der Regel  
zylindrisch gestaltete Träger schwingender oder sich drehender Ma-  
schinenteile. 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 be-  
zeichnen, da er nicht bloß als Träger des Zahnrades dient, sondern

auch die vermitteltst 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.

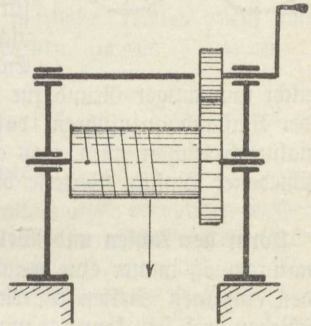


Abb. 32.

**Hohle 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 dieser 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 Dampfhammern 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

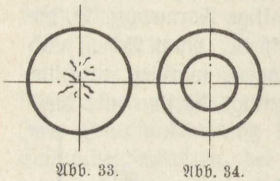


Abb. 33.

Abb. 34.

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.

**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. 16). 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

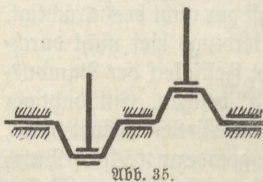


Abb. 35.

versezt, 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 Welle ist hier, wie man sieht, an vier Stellen geknickt und diese mehrfache Knickung (man nennt sie eine Wellenkröpfung) wird dazu benützt, um die Triebstange irgend-einer Kraftmaschine (Dampf- oder Gasmaschine) hier angreifen zu lassen und so die Welle etwa mit dem darauf sitzenden Schwungrade

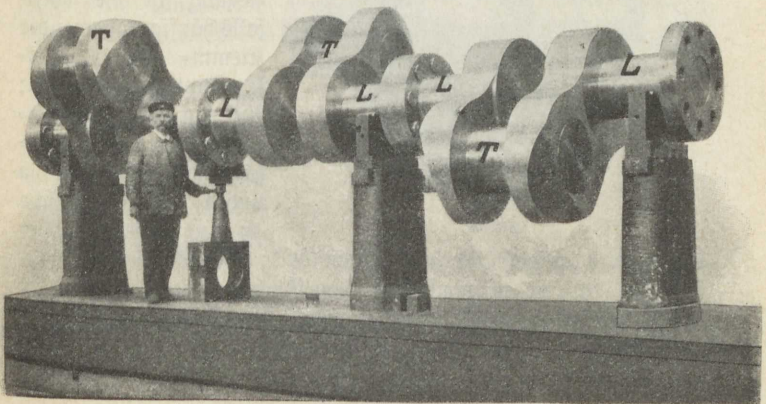
in Umdrehung zu versetzen. Unentbehrlich sind derartige Kröpfungen z. B. bei Kraftmaschinen mit mehreren nebeneinander liegenden Zylindern, wie sie zum Antriebe von Schiffen oder Automobilen vorkommen. Abb. 36 zeigt eine von der A.-G. Oberbiller Stahlwerk in Düsseldorf-Oberbilk ausgeführte Welle einer Schiffsmaschine mit drei 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 gekröpfte Wellen meist aus mehreren Stücken zusammengesetzt werden.

### Drittes Kapitel.

#### Kuppelungen.

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. 37<sup>1</sup>). Auf den aneinander stoßenden 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 aufsitzenden,

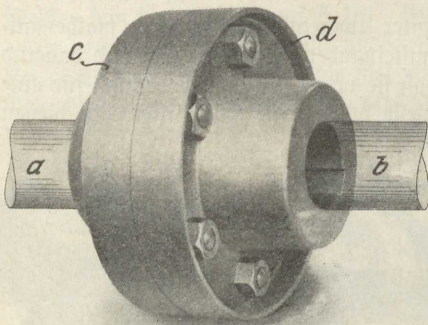


Abb. 37.

schwer abzunehmenden Kuppelungshälften *c*, *d* das Aufbringen ungeteilter Räder nicht zulassen. Besser in dieser Beziehung ist die ebenfalls häufig angewandte Klemm- oder Doppelkegelkuppelung (Abb. 38): Auf die beiden Wellenenden werden kegelförmige Hülfsen *a* und *b* geschoben, welche an einer Stelle *c, c* der Länge nach aufgeschlitzt sind. Diese beiden Kegele sitzen in einer Hülse *H*, die mit entsprechenden Kegeelflächen ausgeführt ist. (In der Abbildung ist der Deutlichkeit wegen sowohl aus der Hülse *H*,

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



wie aus den beiden längsgeschlitzten Kegeln je ein Stück herausgeschnitten.) Vermittelt drei 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 aufgepreßt, so daß die Mitnahme des einen Wellenstranges durch den anderen schon vermittelt der durch die Kuppelung erzeugten Reibung erfolgt.

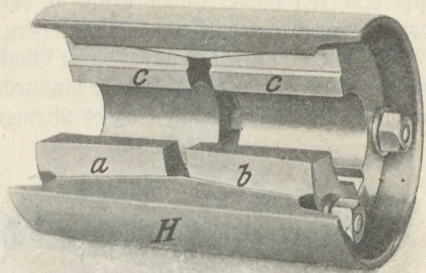


Abb. 38.

**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 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,

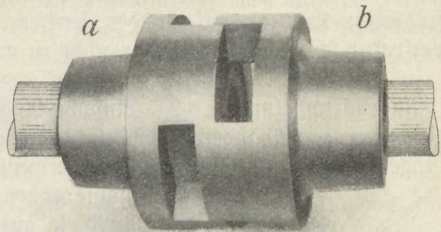


Abb. 39.

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 Abb. 40 angibt. Die Nachgiebigkeit dieses Riemens bewirkt einmal die ver-

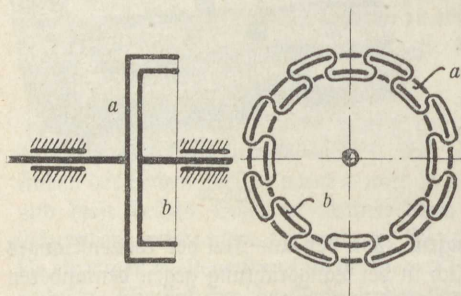


Abb. 40.

langte 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 die Gerippsskizze einer solchen Kuppelung, wobei zu bemerken ist, daß die Arme des in der Mitte befindlichen Kreuzes aufeinander senkrecht stehen, was aus der perspektivisch gehaltenen Skizze nicht zu ersehen ist.

**Ausrückkuppelungen.** Als einfache Ausrückkuppelung kann nach einer geringen Abänderung die bei der vorigen Gattung von Kuppelungen erwähnte Klauenkuppelung verwendet werden. Ordnet man



Abb. 41.

nämlich eine der beiden Klauenhälften (Abb. 39 auf S. 23) so auf 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 verschie-

baren aus der feststehenden Klaue der eine der beiden Wellenstränge zum Stillstande kommt. Ein Übelstand 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 zugänglich 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.

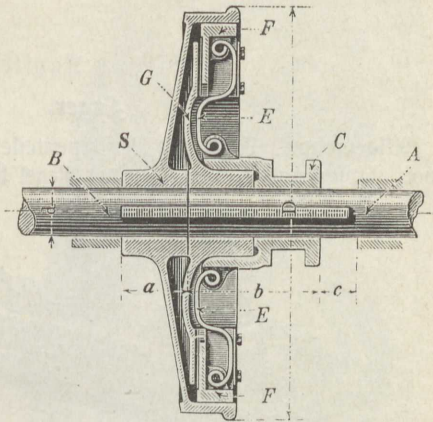


Abb. 42.

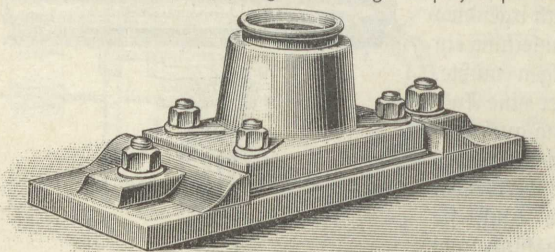
Abb. 42 zeigt die Skizze einer Reibungskuppelung Bauart Dohmen-Deblanc der Berlin-Anhaltischen Maschinenfabrik. Auf dem Wellenende A ist die Scheibe G, auf dem Wellenende B die Scheibe S festgekeilt. An dem Umfange der Scheibe G sind vier Gleitstücke F angebracht (zwei davon sind in der Abbildung sichtbar), 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 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.

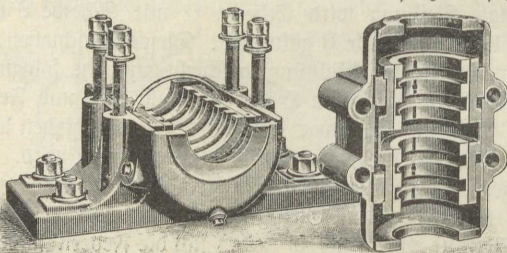
**Allgemeines.** Lager sind Maschinenteile zum Tragen und Stützen von Zapfen und Wellen. In der Regel bestehen sie aus mehreren



266. 43.

Teilen, einmalum 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 abnützen und somit die Möglichkeit vorhanden sein muß, diese Teile gegen neue auszuwechseln, ohne das ganze Lager fortzuwerfen. Übrigens werden diese sich abnützenden 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 Lager-

schalen eintritt.



Der Gattung nach unterscheidet man, ähnlich, wie das früher bei den Zapfen besprochen wurde, Traglager und

266. 44.

Stütz- oder Spurlager, wobei die Traglager zur Aufnahme von Wellen und Tragzapfen dienen, im wesentlichen also Kräfte aufzunehmen haben, die senkrecht zur Wellen- oder Zapfenachse gerichtet sind (Abb. 45), während die Spurlager (Abb. 43<sup>1)</sup> vornehmlich zur Aufnahme von Kräften dienen, die in die Richtung der Zapfen- oder Wellenachse fallen. Eine Sonderart der Spurlager sind die Kammlager (Abb. 44) zur Aufnahme der auf S. 18 beschriebenen Kammerzapfen.

### Einzelheiten der Traglager.

Das normale Traglager (in einer Ausführung des Eisenwerkes Wülfel in Wülfel bei Hannover) (Abb. 45)

besteht in der Hauptsache — bei Spurlagern treten einige sinngemäße Änderungen ein — aus dem Lagerkörper K,

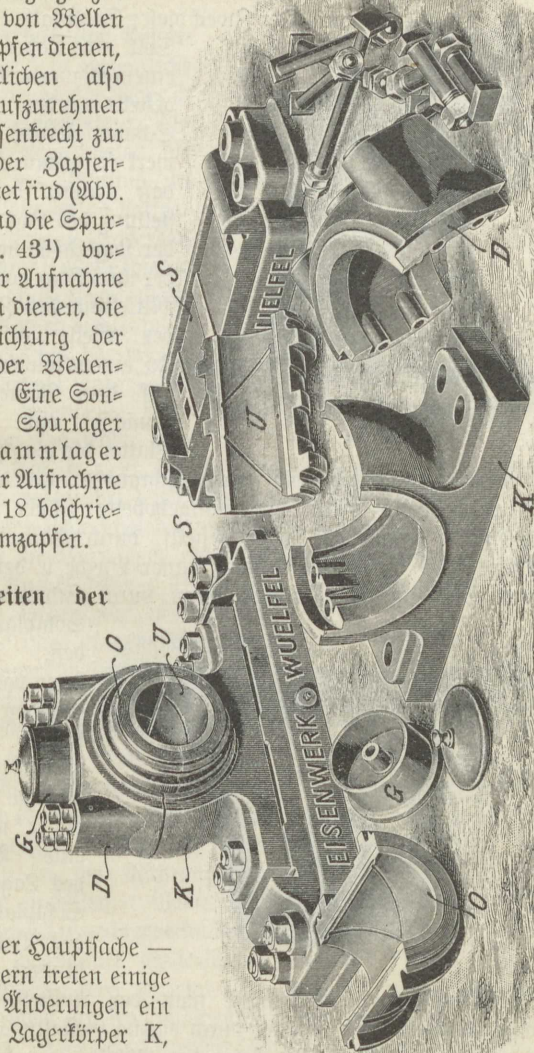


Abb. 45.

1) Die Abb. 43, 44, 46, 48 aus einem Kataloge von G. Polhjus, Dessau.

dem Lagerdeckel D und den eingefetzten Lagerschalen O und U, wozu dann neben verschiedenen Schrauben bisweilen noch eine sogenannte Sohlplatte S hinzukommt. Der Zweck dieser Sohlplatte ist folgender:

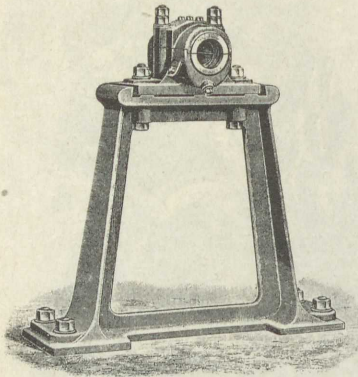


Abb. 46.

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 Lagerhöhle 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 u. dergl. in seine richtige Stellung gebracht und dann durch Schrauben mit der Sohlplatte verbunden.

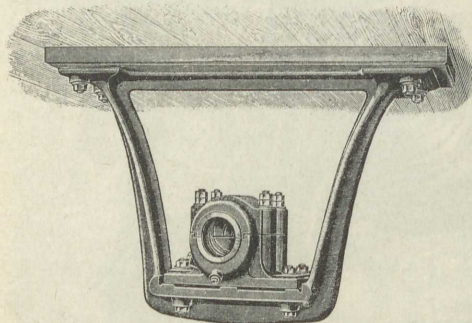


Abb. 47.

Durch Einlegen passender Keile zwischen den 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 gefestigt wird. So unterscheidet man z. B. Bocklager (Abb. 46), Hängelager (Abb. 47), Wandlager (Abb. 48) usw.

**Verstellbarkeit der Lagerschalen.** Eine sehr wesentliche Bedingung bei einem Lager ist die, daß bei eingetretener Abnutzung der Lagerschalen die Schalen in der Richtung, in welcher die Abnutzung 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 Sellaerlager ausgeführt wird, läßt sich ein Nachstellen, d. h. Heben der abgenutzten 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 Sellaerlager, dessen Gerippskizze 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 Hineinschrauben der beiden Schrauben läßt sich erstens die Höhenlage der

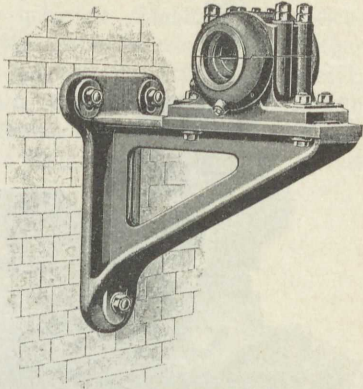


Abb. 48.

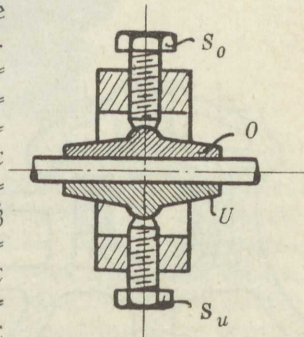


Abb. 49.

Welle durch die Schrauben  $S_o$  und  $S_u$  in die Richtung der Wellenachse einstellen. Durch Heraus- und Hineinschrauben 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

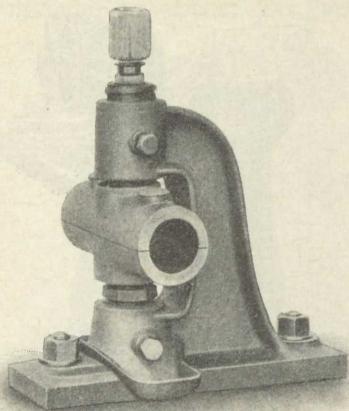


Abb. 50.

nach der Lage der Wellenachse selbsttätig einstellen. Abb. 50 zeigt ein Sellerslager als sogenanntes Stehlager ausgeführt.

Ein besonderer Fall tritt ein bei Lagern, bei welchen auch Drücke 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 Lagerschalen in vier Teile geteilt werden (Abb. 51) und die seitlichen Lagerschalen keilförmige Seiten-

flächen erhalten. Durch eingelegte entsprechend geformte Keile, die von außen her durch Schrauben gehoben oder gesenkt werden können, ist es möglich, diese seitlichen Lagerschalen in wagerechter Richtung nachzustellen (vgl. die Abb. 51).

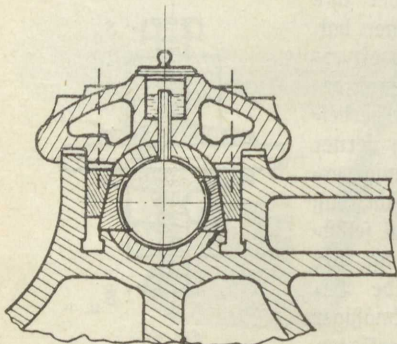


Abb. 51.

**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 Lagerschalen 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

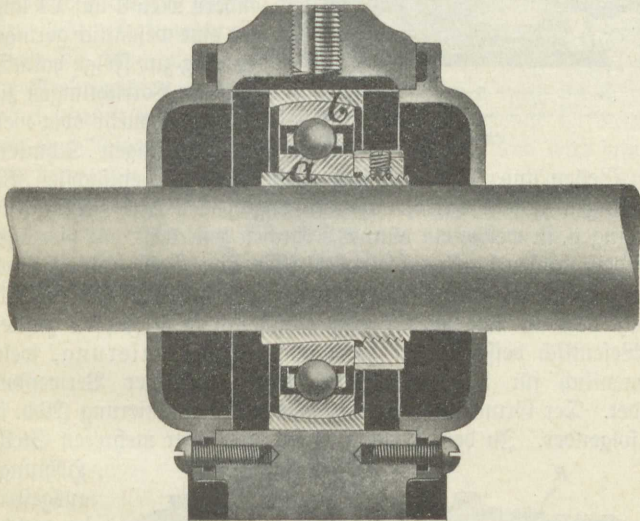


Abb. 52.

Kugellager ausgeführtes Spurlager (beide von der Deutschen Kugellager-Fabrik in Leipzig-Blagwitz). 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.

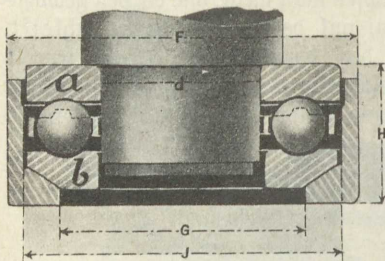


Abb. 53.

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. 27). Die Höhlung wird mit Öl angefüllt und ein in dem dünnen Röhrchen steckender Docht bewirkt, daß das Öl ganz allmählich dem Zapfen zufließt.

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

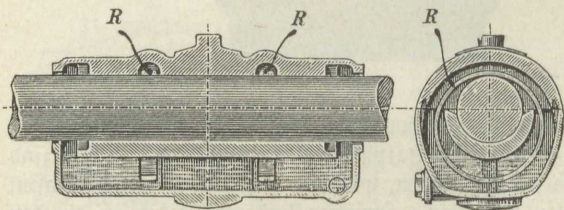


Abb. 54.

Höhlungen ausgespart, in welchen dünne gußeiserne Ringe R stecken, welche oben lose auf der Welle auf-

liegen 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 Lagerhöhle auf die Welle heraufzubringen, wo es sich durch entsprechende Rillen, die in der oberen Lagerschale 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. Die Lager Abb. 47 u. 48 auf S. 28 u. 29 sind solche Ringschmierlager.

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 Öles 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

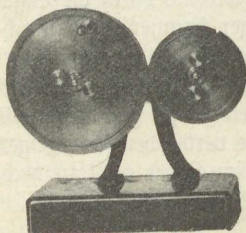


Abb. 55.

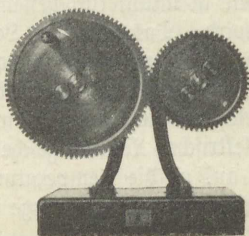


Abb. 56.

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

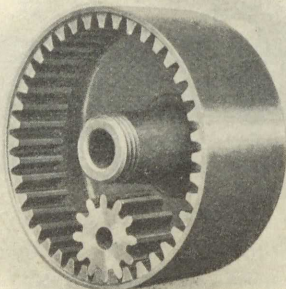


Abb. 57.

stellen, daß niemals zwischen den Rädern untereinander oder zwischen Rad und Zugorgan ein Gleiten eintritt.

Der Einfachheit halber sei zunächst nur von kreisförmigen Rädern und Scheiben die Rede, deren Mittelpunkt mit dem Mittelpunkt 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 (Abb. 55).

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 (Abb. 56).

Sind die durch die Räder miteinander zu verbindenden Wellen gleichlaufend, so spricht man von zylindrischen oder Stirnrädern (Abb. 55 bis 57), wobei noch unterschieden werden kann zwischen Rädern, die sich

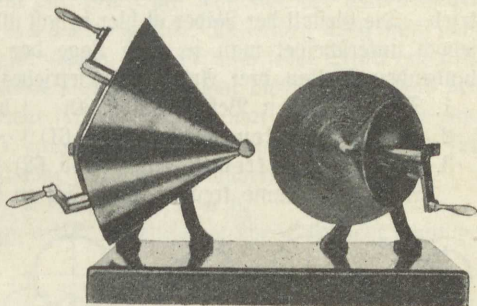


Abb. 58.

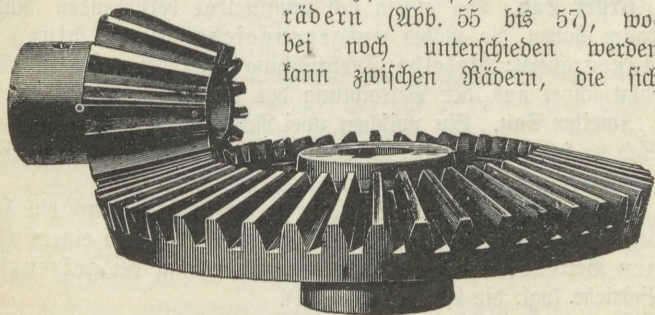


Abb. 59.

beide an ihrem äußeren Umfange berühren, Außenräder, (Abb. 56) und Rädern, von denen eins an seinem

inneren Umfange von dem anderen berührt wird: Innenräder (Abb. 57).<sup>1)</sup>

Würden sich die beiden zu verbindenden Wellenstränge hinreichend verlängert im Raume schneiden, so erhält man Kegelräder (Abb. 58 und 59).

Kreuzen sich die beiden Wellen im Raume, ohne einander zu schneiden, so erhält man Hyperbelräder (Abb. 84 und 85).

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

1. Den offenen Betrieb (Abb. 60) } bei gleichlaufenden
2. Den gekreuzten Betrieb (Abb. 61) } Wellen.
3. Den geschränkten Betrieb (Abb. 62) bei Wellen, die einander im Raume kreuzen, ohne sich zu schneiden.

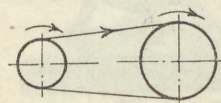


Abb. 60.

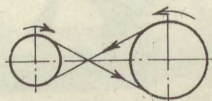


Abb. 61.

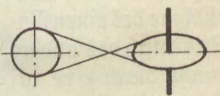


Abb. 62.

Ehe auf die Beschreibung der Räder im einzelnen eingegangen 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. 56 und 57 a. S. 34.

**Zweiter Satz.** Ein zwischen zwei Rädern dazwischengeschaltetes Rad verändert die bisherige Drehrichtung der angetriebenen Welle in die entgegengesetzte (siehe Abb. 63 und 64).

**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. 60 und 61).

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

Da nach der a. S. 34 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 sich es 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

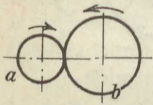


Abb. 63.

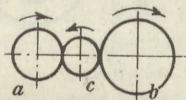


Abb. 64.

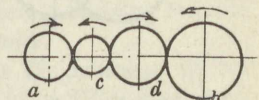


Abb. 65.

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

$$r n = r_1 n_1$$

oder

$$\frac{n}{n_1} = \frac{r_1}{r}$$

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

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

**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. 65), 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  $2 \pi$  sich überall forthat

$$r_a \cdot n_a = r_b \cdot n_b$$

oder

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

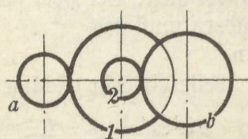


Abb. 66.

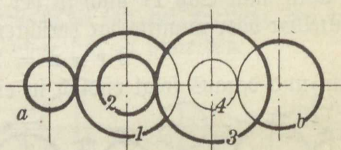


Abb. 67.

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. 66

$$n_1 = n_a \frac{r_a}{r_1},$$

$$n_b = (n_2) \frac{r_2}{r_b}.$$

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



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

oder

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

Man sieht sofort, wie das weiter geht: bei zwei zwischengeschalteten Räderpaaren z. B. erhält man (Abb. 67)

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

## Erster Teil.

### Unmittelbar sich berührende Räder.

#### Erstes Kapitel.

#### Reibungsräder.

Unter Reibungsrädern verstanden wir (S. 35) 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 anderen 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. 68). Jedoch darf die Tiefe der Rillen (a) nicht zu groß werden (etwa 10—12 m/m), da sonst eine zu starke Abnutzung, gegebenenfalls auch eine zu starke Erwärmung der Räder eintritt. Recht fesselnd ist eine Art von Reibungsrädern, die unter anderem z. B. in neuerer Zeit bei Automobilen bisweilen angewendet werden.

Es sei b (Abb. 69) 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

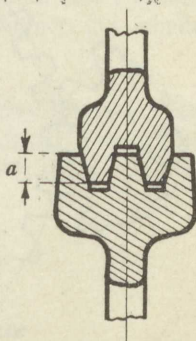


Abb. 68.

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. 37 genannten Satze V ist

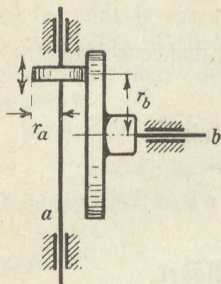


Abb. 69.

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

Man erkennt sofort: Je kleiner  $r_b$  wird, d. h. je mehr das Rad a dem Mittelpunkte 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.

## Zweites Kapitel.

### Zahnräder.

**Allgemeines.** Es seien I und II (Abb. 70) Stücke zweier ineinander eingreifender Zahnräder. Denkt man sich die beiden Räder um ihren Mittelpunkt gedreht, so erkennt man, daß sie offenbar mit stets

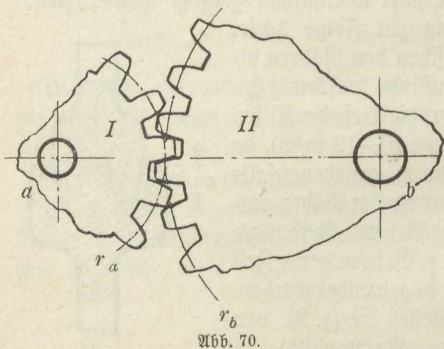


Abb. 70.

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 Mittelpunkte a und b der beiden Wellen durch eine Gerade, die sogenannte „Zentrallinie“ verbunden, so ist für die Übersetzung derjenige Punkt maß-

gebend, in welchem sich zwei Zähne der beiden Räder in der Zentrallinie berühren. Denkt man sich jetzt durch diesen 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. 37) offenbar einander gleich.

Sämtliche Zähne ineinander eingreifender Räder müssen selbstverständlich alle den gleichen Abstand voneinander haben. Diesen Abstand ( $t$ ) der Zähne voneinander, gemessen auf dem ebengenannten 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.

**Verzahnungsgeetz.** 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  $2 r \pi$  ist, wobei  $r$  der Halbmesser des Teilkreises ist, so erhält man das einfache, aber ungemein wichtige Verzahnungsgeetz, welches für alle Zahnräder gilt, nämlich

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

**Anderer wichtige Geetz.** Wenden wir den eben erhaltenen Satz auf die beiden Zahnräder (Abb. 70) an, so erhält man, da die Teilung bei zwei ineinander eingreifenden Rädern genau gleich sein muß,

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

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

und daraus das wichtige Geetz

$$\frac{r_a}{r_b} = \frac{z_a}{z_b}$$

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

Nach dem S. 37 gefundenen Satz V verhalten sich aber die Umdrehungszahlen 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 Umdrehungszahlen zweier ineinander eingreifender Zahnräder (oder zweier Wellen) verhalten sich umgekehrt wie die Zähnezahlen der beiden Zahnräder.

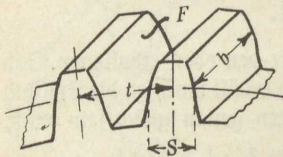
Wir können also in dem Beispiel auf S. 37 statt der Zentimeter auch Zähnezahlen setzen und sagen: Wenn das auf der Welle a sitzende Zahnrad 60 Zähne hat und die Welle a 80 Umdrehungen in der Minute macht, dann muß das Zahnrad auf der Welle b 40 Zähne haben, damit die Welle b 120 mal in der Minute umläuft.

Ebenso läßt sich jetzt der Satz VII auf S. 38 offenbar auch so schreiben:

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

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

**Erklärung.** Da für die folgenden Besprechungen eine Reihe von Bezeichnungen wichtig sind, mögen diese Bezeichnungen an Hand der beifolgenden Skizze (Abb. 71) erläutert werden. Die Abmessung  $b$  nennt man die Zahnbreite,  $s$  ist die Zahnstärke,  $F$  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 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. 72), Epizykloiden (Abb. 73) und Hypozykloiden (Abb. 74). Evolvente nennt man diejenige Kurve, welche ein Punkt einer Geraden beschreibt, die man auf dem Umfange eines Kreises abwälzt (Abb. 75).

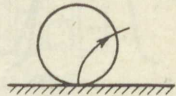


Abb. 72.

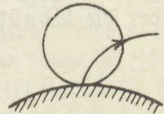


Abb. 73.

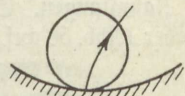


Abb. 74.

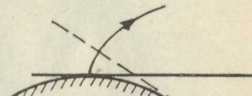


Abb. 75.

**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. 76), während die Evolventenzähne im allgemeinen nach Art der Abb. 77 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. 77), sondern eine konkave

Flanke auf einer konvexen (Abb. 76), 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.

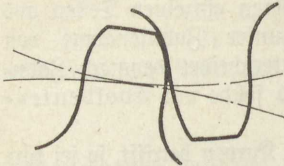


Abb. 76.

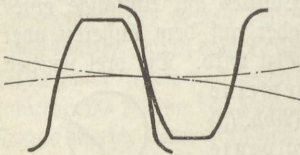


Abb. 77.

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 vermittelst 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. 56 auf S. 34) erhält man dann, wenn der Halbmesser

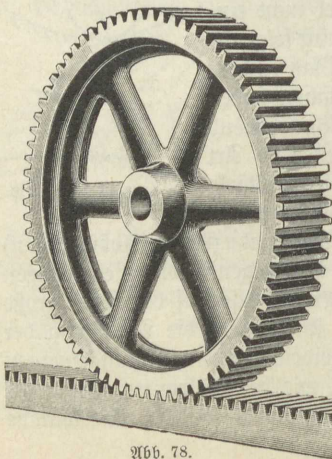


Abb. 78.

des einen Rades „unendlich groß“ wird. Das Zahnrad mit „unendlich großem“ Halbmesser bekommt dann die Form einer Zahnstange (Abb. 78<sup>1)</sup>).

**Stegelräder.** Eine weitere bauliche Besonderheit ist es, wenn die Zähne sich nicht auf dem Umfange zylindrischer Räder befinden, sondern auf dem Umfange kegelförmiger Räder (Abb. 59 auf S. 35).

1) Abb. 59, 78, 84, 85 aus einem Kataloge der Zahnräderfabrik Otto Döring, Berlin N.

Es gelten hier genau dieselben Verzahnungsregeln, die früher auf S. 41 u. 42 besprochen wurden. Zu bemerken wäre vielleicht noch, daß der Winkel, den die beiden mit Kegelhädern versehenen Wellen miteinander bilden, in der Regel ein Rechter ist, jedoch können auch Kegelhäder für beliebige andere Winkel ausgeführt werden.

**Pfeilräder.** Eine eigentümliche Gattung der Zahnäder 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 Zahnäder von einer Welle auf eine andere gleichmäßiger und sicherer vor sich

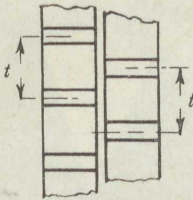


Abb. 79.

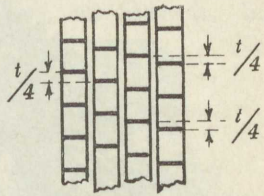


Abb. 80.

geht, wenn auf jeder Welle zwei Zahnäder nebeneinander sitzen, deren Zähne immer um eine halbe Teilung gegeneinander verschoben sind (Abb. 79). Was von zwei Ädern gilt, gilt natürlich um so mehr z. B. von vier Ädern, bei denen die Zähne immer um je  $\frac{1}{4}$  der Teilung gegeneinander verschoben sind (Abb. 80). Vergrößert man die Zahl der Äder immer mehr bis ins „Unendliche“, wobei die Breite der Zähne zugleich immer geringer wird, so bekommt man schließlich, wenn man alle diese unendlich dünnen Zahnäder zusammenlegt, ein einziges Zahnrad, dessen Zähne nicht mehr zu der Achse des Zahnrades parallel laufen (Abb. 81). Läßt man nun zwei solcher Zahnäder ineinander eingreifen, so tritt infolge der schräg stehenden Zähne die unangenehme Erscheinung auf, daß die Zahnäder das Bestreben haben, die Wellen, auf denen sie befestigt sind, in der Längsrichtung (Abb. 81) zu verschieben. Dieser Übelstand läßt sich dadurch beseitigen, daß man auf dieselben Wellen ein zweites Zahnäderpaar aufsetzt, dessen Zähne nach der entgegengesetzten Seite geneigt sind. Man erhält aber auch offenbar dieselbe Wirkung, wenn man statt dessen Zahnäder ausführt, deren Zähne nach Abb. 82 gestaltet sind, und da die beiden schräg gegeneinander gestellten Zahnhälften dieser Zähne sich gewissermaßen gegenseitig stützen und somit eine erhöhte Festig-

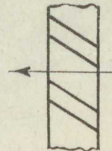


Abb. 81.



Abb. 82.

zeit haben, sind solche Zahnräder (man nennt sie dann aus leicht ersichtlichem Grunde Pfeilräder) in letzter Zeit für die Über-

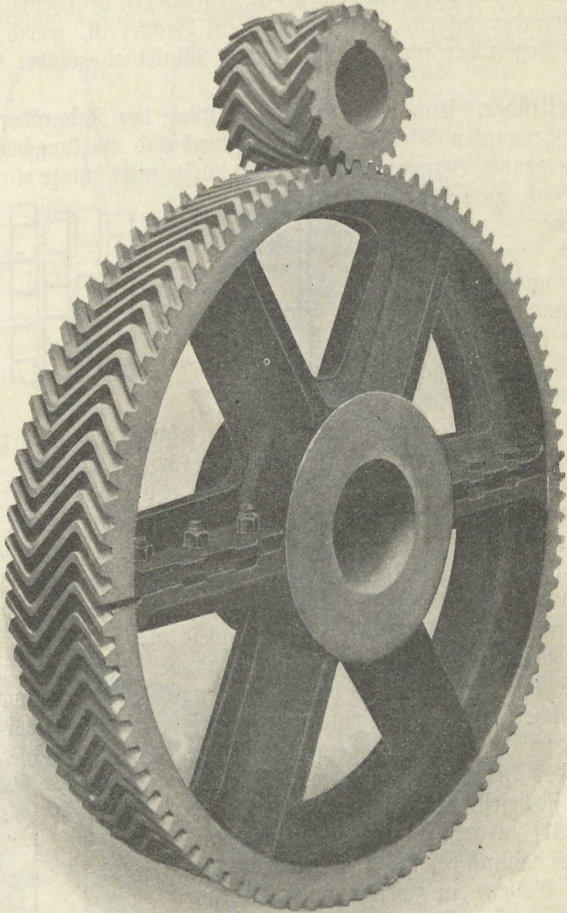


Abb. 83.

tragung großer Kräfte z. B. in Walzwerken u. dgl. stark in Aufnahme gekommen.

Eine besonders eigentümliche Ausbildung der Pfeilräder zeigt die Abb. 83 (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. 84) zu bezeichnen pflegt. Das kleinere Rad, die Schnecke, hat Ähnlichkeit mit einer Schraube, 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 Ausschnitten aus dem Gewinde einer Schraubemutter, in welche die Schraubengänge der Schnecke hineinpassen. Näheres über dieses Getriebe und seine Anwendung siehe des Verfassers „Hebezeuge“, Bd. 196 dieser Sammlung (vgl. auch Abb. 98 auf S. 58).

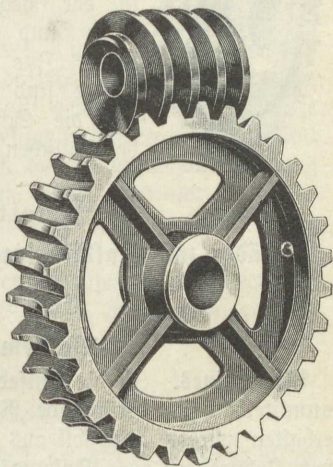


Abb. 84.

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 Schraubemuttergewinde entspricht. Ist also das „Gewinde“ auf der Schnecke als „eingängige“ Schraube ausgeführt (Abb. 84), 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

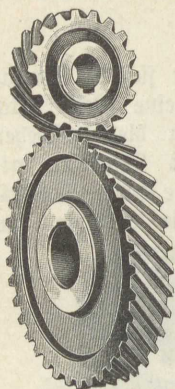


Abb. 85.

ihre heraus, so erhält man in der Form einer Scheibe oder eines Rades mit sehr schief stehenden Zähnen eine neue Klasse von Zahnrädern (Abb. 85), 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.

## Zweiter Teil.

### Räder zur Kraftübertragung mittelst 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 o. dgl.) 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. 86) 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 z das ziehende, g das ge-

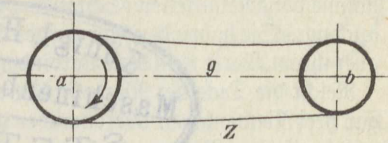


Abb. 86.

zogene 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 z. B. in Abb. 86 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. 36 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, Kameelhaar, 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  $1\frac{1}{2}$  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 Riemenstücke aus, so näht man wohl zwei oder gar drei Riemenlagen übereinander und erhält dann einen doppelten und dreifachen Riemen, Schlinge 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 Aneinanderfügen 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 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 vorhin 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 Aus Hilfsmittel 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. 87, welche einen sehr dicken um eine Scheibe herumgeschlungenen Riemen darstellt, so erkennt man leicht, daß beim Herumbiegen des Riemens um die Scheibe die außenliegenden Riementteile 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 gleich­ großem 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 PS 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 Riemen­geschwindigkeit.

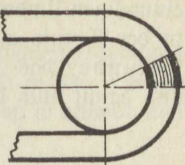


Abb. 87.

**Riemen­geschwindigkeit.** Ist a (Abb. 88) 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 ist, je größer also die Scheibe gemacht wird.

Da nun der Riemen durch die Reibung auf der Scheibe fest­ gehalten wird, ein Punkt des Riemens also dieselbe Ge­ schwindigkeit haben muß wie der Umfang der Scheibe, so

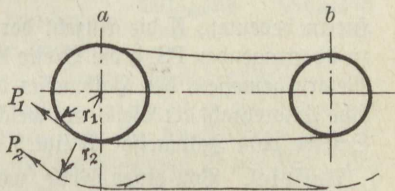


Abb. 88.

wirkt in ihm, dem ziehenden Trum des Riemens, eine um so kleinere Kraft, je größer die Riemen­geschwindigkeit 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. 65) von der minutlichen Umdrehzahl der Welle (n) und von dem Halbmesser der Scheibe (R). Da der Riemen auf beiden Scheiben fest auf­ liegt, so ist leicht zu ersehen, daß (wie schon auf S. 37 hervorgehoben wurde), die Umfangs­ geschwindigkeit 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 Riemengeschwindigkeit

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

**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 Riemengeschwindigkeit ist. Beides natürlich nur in gewissen Grenzen. In welchem Verhältnisse Riemenbreite und Riemengeschwindigkeit 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. 37).

Wählt man den Halbmesser dieser kleineren Scheibe  $R_2 = 0,30$  m, dann ist zunächst (nach S. 37)  $R_1 = \frac{120}{80} R_2 = 0,45$  m, und man erhält die Breite des gesuchten Riemens aus

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

N PS  
n Umdrehung in d. Minute

Die Riemengeschwindigkeit ist hier also

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

daš ist sehr gering. Die gewöhnlich gewählten Riemengeschwindigkeiten bewegen sich etwa in den Grenzen 3—30 m/sec. Würde man z. B.  $R_2 = 0,6 \text{ m}$  wählen, also  $R_1 = 0,9 \text{ m}$ , so erhielte man

$$c = 7,54 \text{ m/sec.};$$

und  $b = 0,25 \text{ m}$ .

**Gewölbte (ballige) Riemenscheiben.** 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 Maßnahmen 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. 89) ein Riemen über zwei Riemenscheiben gespannt, von denen die eine zylindrisch, die andere dagegen

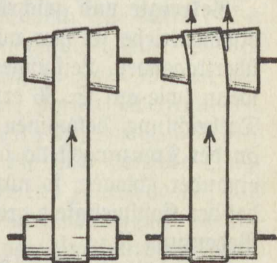


Abb. 89.

Abb. 90.

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 hinaufrutschen, bis er zum Schlusse nach rechts hinunterfiel. Der Grund ist nicht schwer einzusehen. Da nämlich die Elastizität des Riemenš beschränkt ist, wird er nicht, wie die Abb. 89, sondern wie die Abb. 90 zeigt, auf der kegelförmigen Scheibe aufliegen. Dreht man nun die Scheiben in der angegebenen Richtung, so hat der Teil des Riemenš, 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, usw. Der Riemen muß also immer höher hinaufklettern und schließlich nach rechts hinunterfallen.

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.

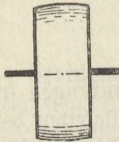


Abb. 91.

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. 91 darstellt.

**Gekreuzte und geschränkte Riementriebe.** Über die gekreuzten Riementriebe sei hier nur so viel bemerkt, daß sie bei großen zu übertragenden Leistungen nur im Notfalle angewendet werden, wenn (wie auf S. 36 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 Kostspieligkeit großer Riemen von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist.

Was die geschränkten Riementriebe anlangt (Abb. 92), 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,

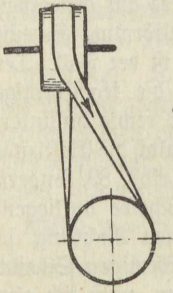


Abb. 92.



Abb. 93.

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. 92 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. 93. 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

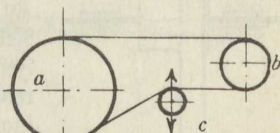


Abb. 94.

(Abb. 94) 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 Übelstande 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.

**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 aufliegen 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. 95) von einer Hauptwelle a aus zeitweise in Umdrehung zu versetzen und dann wieder stillzusetzen.

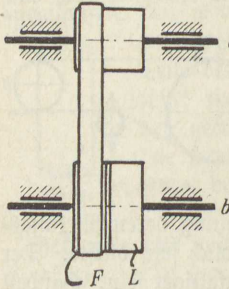


Abb. 95.

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

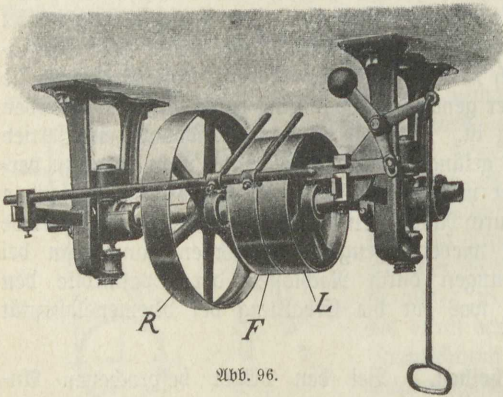
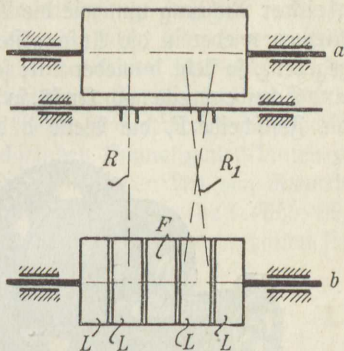


Abb. 96.

Ein solches Hinübrücken des Riemens von einer Stellung in die andere ist in bequemer Weise nur ausführbar, wenn der Riemen selbst in Bewegung ist. Abb. 96 zeigt eine solche Vorrichtung dazu, einen sogenannten „Riemenausrücker“. 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 Hilfschwelle dazu bestimmt ist, vermittelst der Riemenscheibe R wiederum um irgendeine andere Welle oder eine Maschine (Drehbank, Bohr-

maschine 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 still-



steht, 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, daß eine Losscheibe niemals auf der treibenden Welle (z. B. a Abb. 95) 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. 97 dar. Auf der getriebenen Welle *b* sitzen fünf Riemenscheiben, von denen nur die mittellste 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<sub>1</sub>*, von denen der Riemen *R* ein offener, der Riemen *R<sub>1</sub>* dagegen ein gekreuzter ist. In der in der Abbildung gezeichneten Stellung (*R* und *R<sub>1</sub>* sind nur schematisch gezeichnet) steht die Welle *b* still, da beide Riemen auf

Loßscheiben laufen. Schiebt man beide Riemen in ähnlicher Weise, wie dies oben die Abb. 96 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

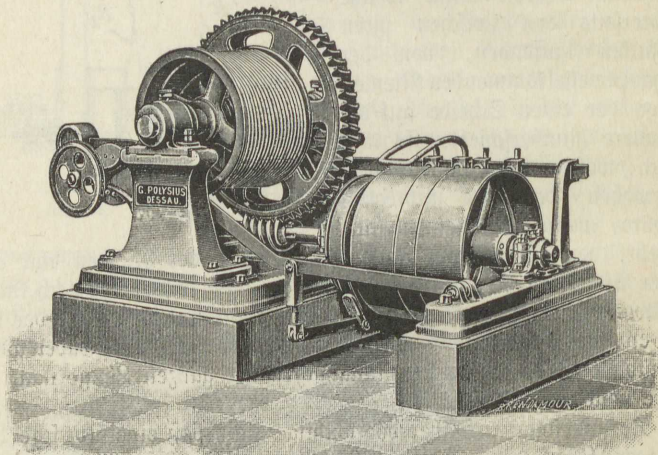


Abb. 98.

Richtung, wie die Welle a. Mit anderen Worten: die Einrichtung gestattet von einer sich ständig in ein und derselben Richtung umdrehenden 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 Loßscheiben meist als je eine Scheibe von doppelter Breite ausgeführt. Abb. 98 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 Loßscheiben 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 vermittlest 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. 99). Nach dem auf S. 37 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 verschiedenen 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.

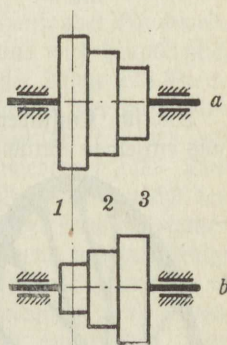


Abb. 99.

Damit nun für alle drei Stellungen immer derselbe Riemen verwendet werden kann, muß die Summe der Scheibenhalbmesser  $1_a + 1_b = 2_a + 2_b = 3_a + 3_b$  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 sprunghaft. Ist das unzulässig oder soll eine viel größere Zahl von Abstufungen

möglich sein, so kann man die Zahl der Stufen gewissermaßen unendlich groß machen dadurch, daß die Riemenscheiben kegelförmig ausgeführt werden, wie

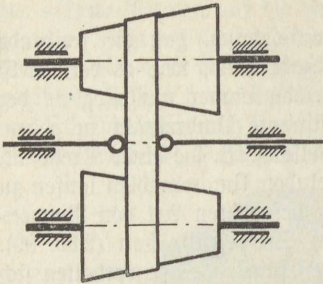


Abb. 100.

Es ist darauf zu achten, daß in einem solchen Falle der Riemen ständig etwa durch eine Gabel (ähnlich wie in Abb. 96 auf S. 56) 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 Lizen, die schraubenförmig um eine

Hanfseele gewunden sind. Die Lizen 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

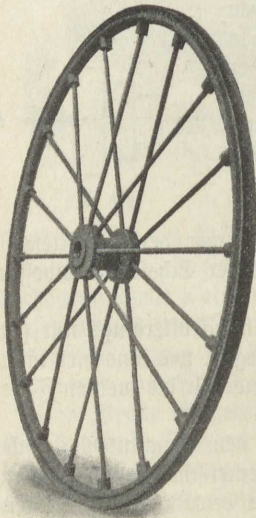


Abb. 101.



Abb. 102.

beträgt, eine Entfernung, bei der die Kraftübertragung durch Riemen nicht mehr zweckmäßig ist. 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. 101 zeigt eine Scheibe für Drahtseiltrieb, Abb. 102 den Querschnitt der mit Leder ausgefüllten Rille dieser Scheibe.

## Viertes Kapitel.

### Hanfseil- und Baumwollseiltrieb.

**Allgemeines.** Die Kraftübertragung durch Hanf- oder Baumwollseile stellt einen Ersatz für Riementriebe dar und wird hauptsächlich dort angewendet, wo ein Riemen wegen großer Länge und Breite zu teuer sein würde. 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 Betriebssicherheit, 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. 103), von welcher z. B. in großen Spinnereien häufig Gebrauch gemacht wird. Abb. 104 zeigt eine solche Ausführung mit Hanfseilen (sogenannten Quadratseilen) 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

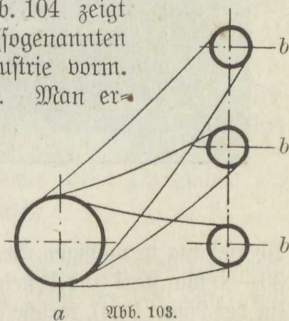


Abb. 103.

Spannung auf die Seilscheibe aufgelegt wird. Gekreuzter Betrieb wird selten angewendet, dagegen ist hier die Anwendung einer

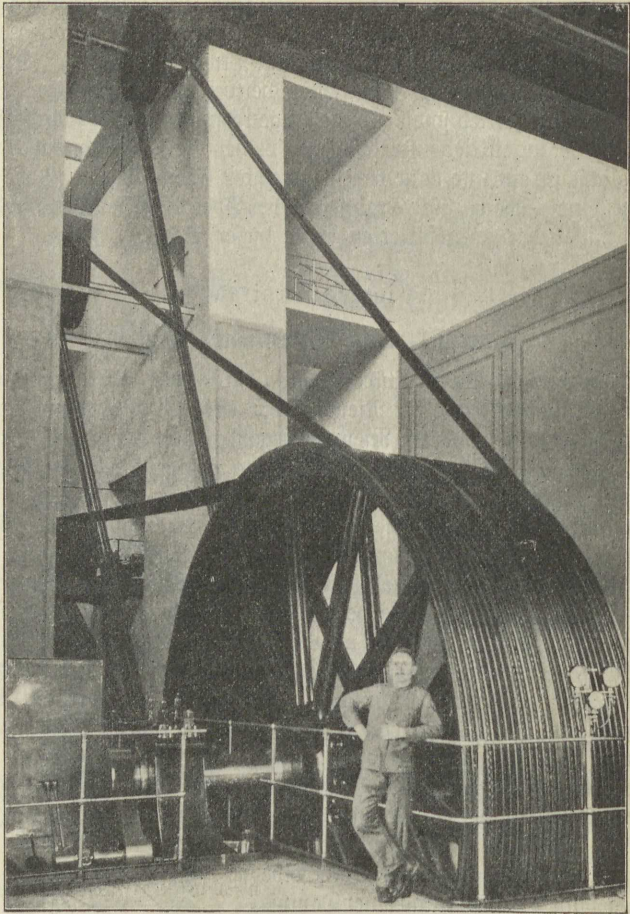


Abb. 104.

Überführung 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 schraubensförmig gewundener Fäden zusammengesetzt sind. Baumwollseile sind etwas biegsamer als Hanfseile, können also um kleinere Scheiben herumgeschlungen werden.



**Kreisfeiltrieb.** Eine eigentümliche, in neuerer Zeit öfter angewendete Betriebsart ist die des sogenannten Kreisfeiltriebes (Abb. 105). Sie besteht darin, daß nicht mehrere in sich geschlossene Seile, sondern ein einziges Seil ohne Ende verwendet wird, welches spiralförmig um die Scheiben herumgeschlungen wird. Die Zurückführung des Seiles von der letzten Rille der Scheibe *b* auf die erste Rille geschieht durch eine schief zwischen den Scheiben *a* und *b* liegende, verschiebbar angeordnete Leitscheibe *c*. Diese Leitscheibe *c* ist mit ihrer Achse in einem Schlitten verschiebbar, der durch ein passend angeordnetes Gewicht *G* (Abb. 105) ständig nach links gezogen wird und so die zum Betriebe nötige Spannung im Seile hervorruft. Auch Betriebe nach Abb. 104 können als Kreisfeiltriebe ausgebildet werden.

Der Vorteil solcher Kreisfeiltriebe besteht in der auch bei wechselndem Kraftbedarf stets gleichbleibenden Spannung in sämtlichen Teilen des Seiles, was für die Haltbarkeit des Seiles von wesentlicher Bedeutung ist. Bei mehreren in sich geschlossenen

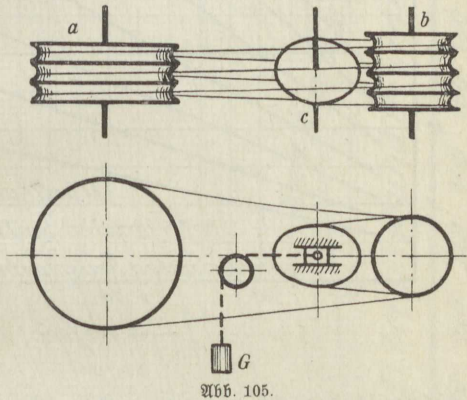


Abb. 105.

Seilen wird es sich kaum vermeiden lassen, daß einzelne Seile sich mit der Zeit stärker ausdehnen als die anderen, sie werden schlaff und die Folge davon ist, daß die übrigen Seile stärker angestrengt werden. Als Nachteil des Kreisfeiltriebes ist es zu bezeichnen, daß die Sicherheit des Betriebes eben nur von einem einzigen Seile abhängt, während, wie schon oben erwähnt, beim gewöhnlichen Seiltriebe selbst ein Schadhafwerden mehrerer Seile unter Umständen ein Aufrechterhalten des Betriebes ermöglicht.

**Berechnung eines Hanffeiltriebes.** Die Berechnung eines Hanffeiltriebes 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

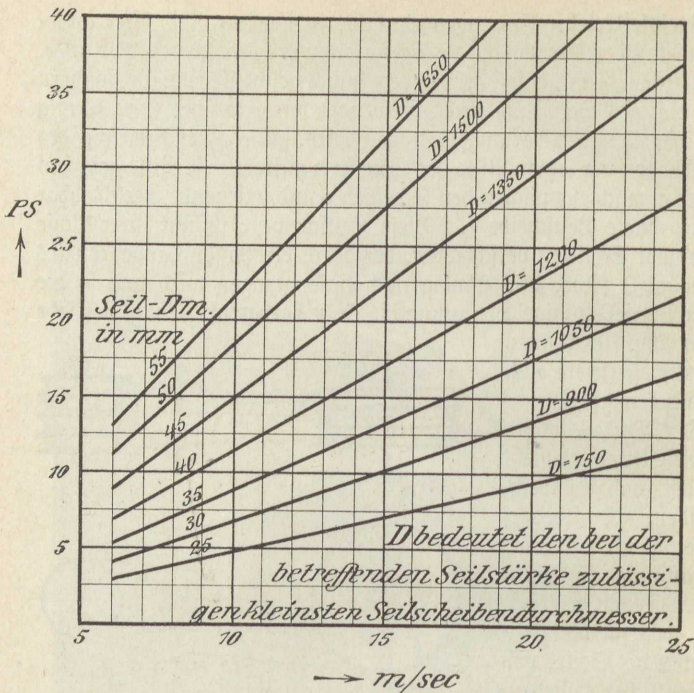


Abb. 106.

zeichnerisch darstellt, wie dies in Abb. 106 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. 107

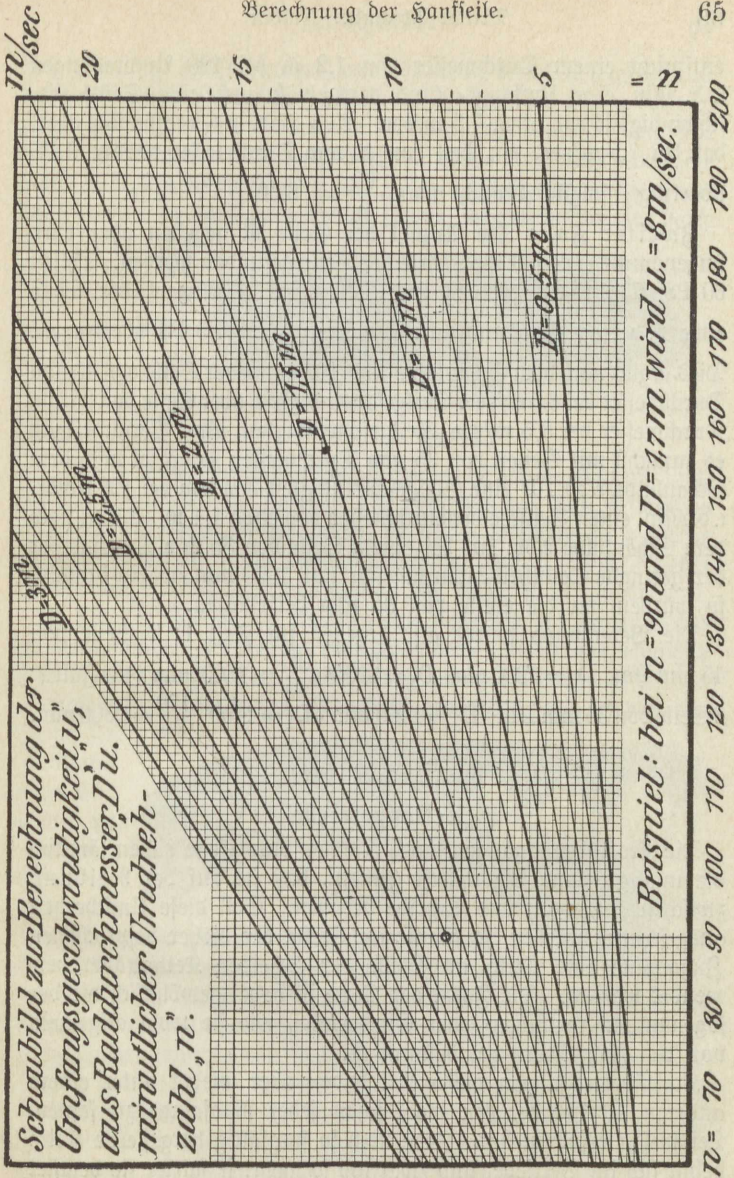


Abb. 107.

entspricht einem Durchmesser von 1,2 m bei 120 Umdrehungen i. d. Min. eine Umfangs- (und demgemäß auch eine Seil-) Geschwindigkeit von etwa 7,5 m/sec. Aus Abb. 106 ergibt sich aber, daß bei 7,5 m/sec. ein Seil von 40 mm Durchmesser nahezu 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. 105 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. 107 eine Seilgeschwindigkeit von 9 m bei 120 Umdr. i. d. Min. einen Seilscheibendurchmesser von etwa 1,4 m, und da nach dem Schaubilde Abb. 105 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;  $D_2 = 1200 \text{ mm} \cdot D_1 = 1200 \cdot \frac{120}{80} = 1800 \text{ mm}$ . Für Fall 2: 8 Seile von 35 mm Dm;  $D_2 = 1400 \text{ mm} \cdot D_1 = 1400 \cdot \frac{120}{80} = 2800 \text{ mm}$ .

## Fünftes Kapitel.

### Kettengetriebe.

Die Kraftübertragungen durch Riemen oder Seile haben sämtlich die unangenehme Eigenschaft gemein, daß sie auf der Reibung zwischen Zugorgan und Scheibe beruhen. Soll diese Unsicherheit ausgeschaltet werden, so könnte an Stelle der bisher besprochenen Zugorgane eine Kette, an Stelle der Scheiben Kettenräder verwendet werden. Die Form der Kette ist dabei gewöhnlich die der sogenannten Gallschen- oder Gliederkette, wie sie wohl allgemein von den Fahrrädern her bekannt ist.

Kraftübertragungen dieser Art leiden aber wieder unter einem anderen Übelstande, den wohl schon jeder Radfahrer zu seinem Leidwesen erfahren hat. Jede noch so sorgfältig hergestellte Kette dehnt sich im Betriebe, und zwar um so mehr, je stärker sie belastet wird. Da nun aber die Entfernung der Zähne auf dem Kettenrade

(die „Teilung“ des Zahnrades) unveränderlich bleibt, so folgt daraus, daß selbst bei sorgfältigster Herstellung sehr bald die Länge der einzelnen Kettenlieder nicht mehr mit der Teilung übereinstimmt. Die eigentliche Kraftübertragung geschieht dann also nicht mehr durch eine große Zahl von Kettengliedern und Zähnen gleichzeitig, sondern nur durch einen oder durch ganz wenige Zähne, was wiederum eine starke Abnutzung der Zähne und der Kette zur Folge hat, bis dann schließlich die Länge der einzelnen Kettenglieder gegenüber



Abb. 108.

der Teilung des Kettenrades so groß geworden ist, daß die Kette anfängt, auf dem Kettenrade zu „klettern“ und schließlich von dem Kettenrade abspringt. Für Kraftübertragungen, bei denen es sich um große Kräfte und gleichzeitig um große Geschwindigkeiten handelt, werden daher Ketten nach Art der Fahrradketten in der Regel nicht angewendet.

In jüngster Zeit ist aus Amerika eine neue Art des Kettentriebes herübergekommen, welcher die eben geschilderten Übelstände beseitigen oder stark verringern soll. Eine Ausführungsart davon ist die des „Renoldschen geräuschlosen Zahnkettengetriebes“, wie es von der Firma Fr.

Stolzbergu. Co.,  
G. m. b. H.,  
Berlin-Reinickendorf seit



Abb. 109.

einigen Jahren auf den Markt gebracht wird.

Abb. 108 zeigt einige solcher Kettenlieder,

Abb. 109<sup>1)</sup> ein Stück eines solchen Getriebes. Je stärker sich die einzelnen Kettenlieder längen, eine um so höhere Lage nehmen die Kettenlieder zwischen den Radzähnen ein, so daß die (hier in einer ziemlich großen Fläche stattfindende) Berührung zwischen Zähnen und Kettengliedern nicht beeinträchtigt wird. Das Getriebe soll sich schon bei vielen Kraftübertragungen mit großen Geschwindigkeiten, insbesondere für elektrische Betriebe, gut bewährt haben.

1) Aus einem Kataloge der Firma Friedr. Stolzenberg & Co., Berlin.

## 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,

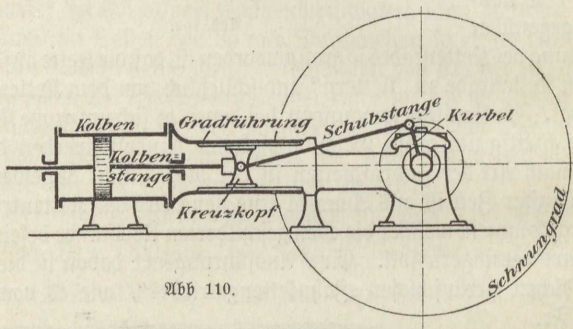


Abb 110.

gehören im wesentlichen diejenigen Teile, deren Namen in der Gerippfskizze einer Dampfmaschine (Abb. 110) 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 einer in ihn eingeleiteten hochgespannten Flüssigkeit auf den Kolben zu übertragen (Dampfmaschine, Gasmaschine u. dgl.) oder aber umgekehrt bei einer in den Zylinder eingeleiteten Flüssigkeit eine Drucksteigerung zu ermöglichen, welche durch einen in den Zylinder eindringenden Kolben erfolgt, auf den von außen her Kraft übertragen wird (Pumpen).

Die Grundform eines solchen Zylinders wird durch Abb. 111 dargestellt, wobei man den Zylinderkörper *a* und die beiden an den Enden befindlichen Zylinderdeckel *b* und *c* unterscheidet. Bei Dampfmaschinen erhalten die Zylinder häufig eine andere Gestalt dadurch, daß in den äußeren Zylindermantel (*a*, Abb. 112) noch ein innerer sogenannter Laufzylinder *b* eingesetzt wird. Der Grund hierfür ist ein mehrfacher. Zunächst kann der durch die doppelte Wandung entstehende Zwischenraum dazu benützt werden, um Dampf hindurchzuleiten und so den Zylinder zu heizen, was für den Betrieb der Dampfmaschine gewisse Vorteile bietet. Ferner gewährt der seiner Form nach sehr einfach gestaltete Laufzylinder *b* im Falle starker Abnutzung die bequeme Möglichkeit einer Erneuerung, was bei dem ganzen, manchmal sehr verwickelt gebauten äußeren Zylinder mit großen Kosten verbunden wäre.

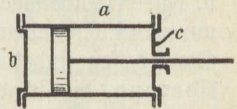


Abb. 111.

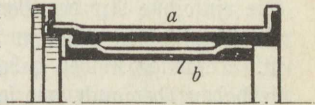


Abb. 112.

Doppelwandig, obgleich meist aus einem Stück sind auch in der Regel die Zylinder von Gasmaschinen ausgeführt, hier allerdings aus einem anderen Grunde wie bei Dampfmaschinen. Bei Gasmaschinen 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.

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 Kolben-

seiten 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 u. dgl. 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 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 abnützen 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

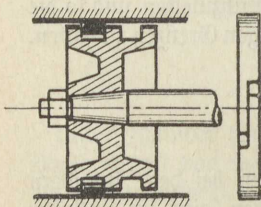


Abb. 113.

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. 113 zeigt einen solchen Scheibenkolben mit zwei selbstspannenden Kolbenringen (ein Ring ist in der Abbildung

herausgenommen). In den Vertiefungen des Kolbumfanges 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 auseinander spreizen und somit dicht an den Zylinderwandungen anliegen.

Es ist klar, daß erstens einmal die Ringe auch in den Nuten des Kolbenumfangs 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 Kolben-seiten stattfindet.

Über eine besondere Art der Metallliderung, die sogenannte Labyrinthdichtung, siehe S. 74.

**Tauchkolben.** Die Gerippfskizze einer Pumpe mit Tauchkolben zeigt Abb. 114. 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 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 derartigen 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 Liderung stellt Abb. 115 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.

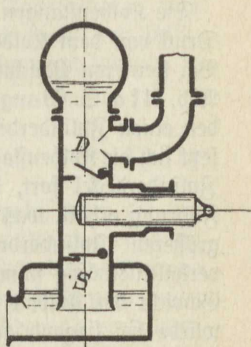


Abb. 114.

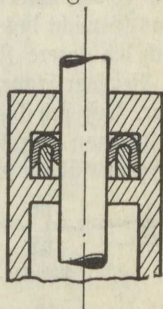


Abb. 115.

## 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. 111 a. S. 69 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 abnutzen, 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 Kreuzkopf) 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 stark ausführen wollte. Diesen Übelstand vermeidet man durch eine



Abb. 116.

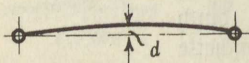


Abb. 117.

eigentümliche Art der Herstellung: Es sei (Abb. 116) S eine Kolbenstange, welche, durch den in ihrer Mitte aufliegenden Kolben belastet, sich in der Mitte um das Stück  $d$  durchbiegt. Führt man (Abb. 117) statt dessen 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. 19 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 Uiderung vorhanden sein, welche man zusammen mit dem sie umgebenden Gehäuse als Stopfbüchse zu bezeichnen pflegt.

Abb. 118 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 zusammengeworfen ist. In dieses Gehäuse läßt sich durch Schrauben hineinrücken die Stopfbüchsebrille *B*, so genannt, weil ihre Form, von oben gesehen (Abb. 118 unten), bisweilen mit einer Brille gewisse Ähnlichkeit hat. In dem Gehäuse befindet sich ferner, die Kolbenstange umgebend, die Packung *P*, welche die oben erwähnte Uiderung darstellt. Der Stoff, aus dem diese (in der Abb. nicht mit gezeichnete) Packung besteht, bildet das Hauptunterscheidungsmerkmal 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.

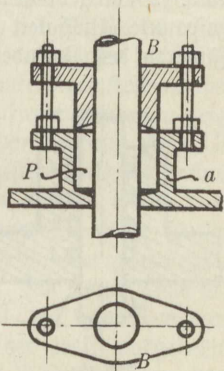


Abb. 118.

In neuerer Zeit, wo z. B. bei Wärmekraftmaschinen die Stopfbüchsen sehr hohe Temperaturen auszuhalten haben, ist man dazu übergegangen, die genannten Stoffe, welche in kürzester Zeit verbrannt sein würden, durch Metallringe zu ersetzen. Abb. 119 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 Stange ein Teil der Ringe an die Stange, der andere Teil an die Wandungen der Büchse angeedrückt wird und auf diese Weise eine gute Abdichtung erzielt wird. Die Zahl der Ausführungsformen solcher Metallpackungen ist heute außerordentlich groß.

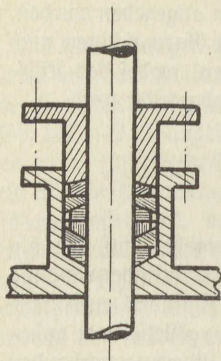


Abb. 119.

Eine besondere, eigentümliche Art der Dichtung, die bisweilen bei Stopfbüchsen (aber auch z. B. bei Kolben) Verwendung findet, ist die sogenannte Labyrinthdichtung (Abb. 120), welche einfach darin besteht, daß in die genau nach dem Durchmesser der Stange ausgebohrte Höhlung der Stopfbüchse eine Anzahl Willen (1—4, Abb. 120) 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

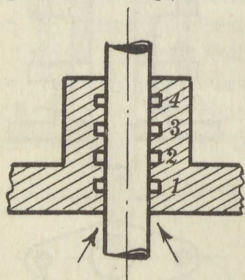


Abb. 120.

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.

## Geradföhrungen.

Es seien a und b (Abb. 121 u. 122) 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. 122) der

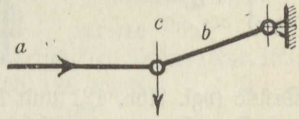


Abb. 121.

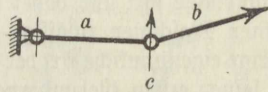


Abb. 122.

Stab a an seinem linken Ende festgehalten würde und in Stab b ein Zug in der Pfeilrichtung aufträte. Vergleicht man die Abb. 121 und 122 mit Abb. 110 a. S. 68, 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 „geradeföhrt“ 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. 110 a. S. 68) 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 einen Widerstand entgegenzusetzen: wir bekommen die Verhältnisse in Abb. 121. 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 ziehen. Im Gegenteil: Im letzten Teile des Hubes wirkt das Schwungrad vermittelt Kurbel und Schubstange ziehend auf den Kolben, mit anderen Worten, während des letzten Teiles des Hubes haben wir die Verhältnisse von Abb. 122.

Die Geradföhrung des Punktes *c* kann nun in verschiedener Weise erfolgen. Eine einfache Art ist die, die Kolbenstange zu verlängern (Abb. 123), diese Verlängerung noch einmal durch eine besondere Büchse zu föhren und dann im Punkte *c* die gabelförmig gestaltete Schubstange angreifen zu lassen. (Abb. 123 stellt die Anordnung von oben gesehen dar.)

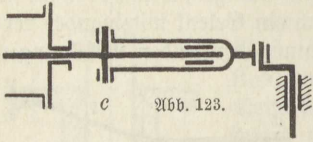


Abb. 123.

Infolge der bei *c* auftretenden Drücke (vgl. Abb. 121 und 122) 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.

Eine eigentümliche Art der Geradföhrung ist die, die schon von Watt bei seinen ersten (stehend angeordneten) Balancier-Dampfmaschinen angewendet wurde.

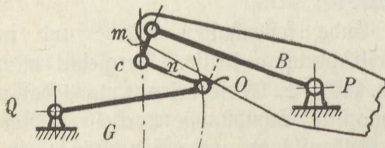


Abb. 124.

Durch richtige Abmessungen der Stangen B und G (Abb. 124), die sich um die entsprechend angeordneten Punkte P (Drehpunkt des Balanciers) und Q drehen, und durch Zwischenschaltung kleiner Gelenkstangen *m* und *n* wird erreicht, daß Punkt *c* eine gerade Linie beschreiben, während die beweglichen Endpunkte von B und G Kreisbogen beschreiben. Fügt man noch, was nicht unbedingt nötig ist, die punktiert gezeichnete Verbindungsstange *o* ein, so ergibt sich bei *m-n-o* ein Parallelogramm, weshalb die ganze Vorrichtung als Watt'sches Parallelogramm bezeichnet zu werden pflegt. Wegen ihres verwickelten Aufbaues wird diese Art der Geradföhrung bei neuzeitlichen Kraftmaschinen nicht mehr ausgeföhrt.

Die Geradföhrung, die bei neuzeitlichen Kraftmaschinen heute fast ausschließlich verwendet wird, ist diejenige durch Kreuzkopf und Gleitbahn (Abb. 125). Der Punkt *c* (Abb. 121), welcher den „Kopf“ der Kolbenstange bildet, ist hier in „kruz“förmiger Weise ausgebildet und die beiden Enden des kurzen „Kruz“-Balkens bewegen sich auf Gleitbahnen, wodurch also eine sehr vollkommene Art der Geradföhrung erreicht wird.

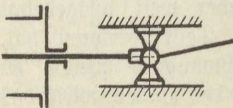


Abb. 125.

Auf den ersten Blick scheint manchmal der Kreuzkopf nur eine einseitige Föhrung zu besitzen, da man Anordnungen nach Abb. 126 u.

127 selbst bei sehr großen Maschinen (z. B. Gasmaschinen) nicht selten antrifft. Diese „einseitige“ Führung, die nach den Betrachtungen an Hand der Abb. 121 u. 122 nicht zulässig wäre, ist auch nur scheinbar eine einseitige. Abb. 127 zeigt, daß die Grundplatte des Kreuzkopfes in diesem Falle verbreitert ist und durch aufgeschraubte Leisten L die nach oben gerichteten Drücke (Abb. 122) aufgenommen werden. (Vgl. auch Abb. 129 rechts.)

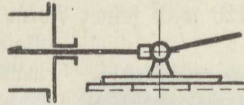


Abb. 126.

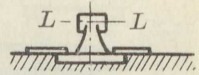


Abb. 127.

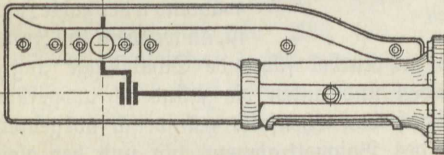
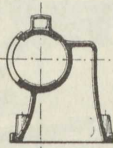
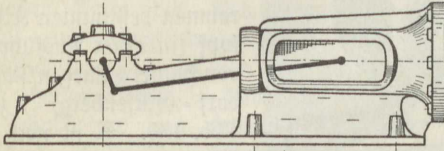


Abb. 128.

Neuzeitliche Ausführungen von Gleitbahnen der eben genannten Art zeigen die beiden Abbildungen 128 und 129. Wie man erkennt, sind hier die Gleitbahnen gleich in Verbindung gebracht mit dem

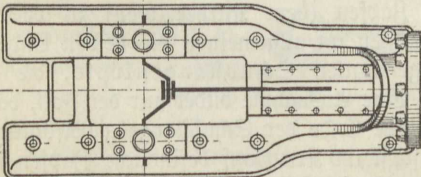
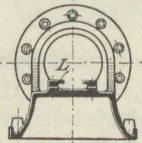
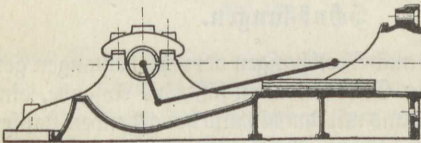


Abb. 129.

Lager oder mit den Lagern für die Welle der Kraftmaschine. Dies hat bei sorgfältiger Werkstattdarbeit 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. 128 wird seiner Form wegen auch wohl als

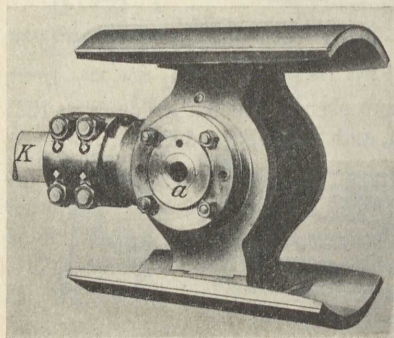


Abb. 130.

Bajonettrahmen bezeichnet, während Abb. 129 aus leichtverständlichen Gründen mit Gabelrahmen bezeichnet zu werden pflegt.

Einen für einen Bajonettrahmen bestimmten Kreuzkopf (in einer Ausführung von Haniel & Duesen in Düsseldorf = Grafenberg) zeigt Abb. 130. 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 Bajonettrahmens hin und her gleiten.

## Sechstes Kapitel.

### Schubstangen.

Die Schubstangen, auch Treibstangen oder Pleuellstangen genannt, haben, wie Abb. 110 a. S. 68 erkennen läßt, die Aufgabe, einen im Kreuzkopfe befestigten und mit ihm hin und her gehenden Zapfen (den Kreuzkopfbzapfen) mit dem im Kreise umlaufenden, am Ende der Kurbel befindlichen Zapfen (dem Kurbelzapfen) zu verbinden. 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, 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. 131 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. 132 zeigt eine Schubstange von Haniel & Lueg, Düsseldorf, mit einem geschlossenen (links) und einem offenen Kopfe (rechts). Der Kopf *a* umschließt den in Abb. 130 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. 21) angreift. Gerade so, wie das früher

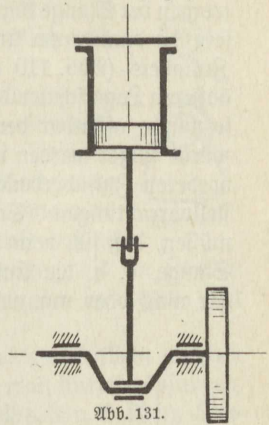


Abb. 131.

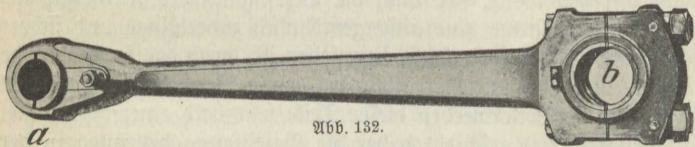


Abb. 132.

bei den Lagern (S. 26) 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. Bei diesem Nachstellen der Lager ist folgendes zu beachten: Es stelle Abb. 133 schematisch eine Schubstange vor, in deren Köpfen sich je zwei Lageraschen befinden, und es sei durch gewisse Vorrichtungen möglich, diese Lageraschen in wagerechter Richtung beliebig zu verstellen. Würde man nun z. B. in beiden Köpfen die nach der Mitte der Stange zu gelegenen Lageraschen durch jene Nachstellvorrichtungen voneinander entfernen,

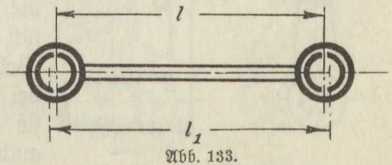


Abb. 133.

so würden sich dabei auch die Mittelpunkte von Kreuzkopfszapfen und Kurbelzapfen voneinander entfernen, die Stange würde gewissermaßen länger werden (vgl. I und I<sub>1</sub>, Abb. 133). Ein solches Längerwerden der Stange könnte aber von verhängnisvollen Folgen begleitet sein, da dann unter Umständen der Kolben an den hinteren Deckel des Zylinders (Abb. 110 a. S. 68) anstoßen würde. Würde man die äußeren Lagerschalen der beiden Schubstangenköpfe einander nähern, so würde offenbar der entgegengesetzte Fall eintreten: die Stange würde kürzer werden und der Kolben könnte gegebenenfalls an den vorderen Zylinderdeckel anstoßen. Man erkennt also, daß die Nachstellvorrichtungen (Schraube oder Keil) so angeordnet werden müssen, daß sich beim Verstellen der Lagerschalen die „Länge“ der Stange, d. h. die Entfernung von Kreuzkopf- und Kurbelzapfen, gar nicht oder nur wenig verändert.

## Siebentes Kapitel.

### Kurbeln.

Bei Kurbeln unterscheidet man (Abb. 134) 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 geschieht daher die Befestigung bisweilen in der Weise, daß die zur Aufnahme von Kurbelzapfen und Welle bestimmten Enden der Kurbel angewärmt werden.

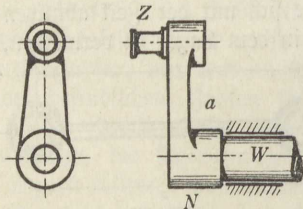


Abb. 134.

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 kleiner 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. 135), welches dadurch, daß es immer nach der entgegengesetzten Seite schwingt als der Kurbelarm, diese Schwankungen und Erschütterungen beseitigen oder wenigstens mildern soll.



Abb. 135.

Liegt die Notwendigkeit vor, eine oder mehrere Kurbeln zwischen den Enden einer Welle anzubringen, so erhält man Kurbelkröpfungen, auch gekröpfte Welle genannt (vgl. die Abb. 35 u. 36 a. S. 20 f.). Derartige Kröpfungen sind z. B. bei Schiffsmaschinen nicht zu vermeiden, wo die verlängerte Welle entweder die Schaufelräder (bei Rad-dampfern) 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. 136 u. 137), 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. 136 u. 137 zeigen eine

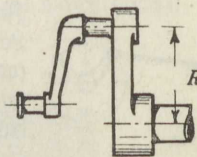


Abb. 136.

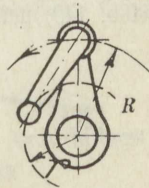


Abb. 137.

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. 137, 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. 138 u. 139 dar. Die Kolbenstange ist hier schleifenartig er-

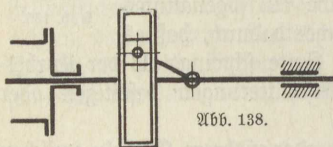


Abb. 138.

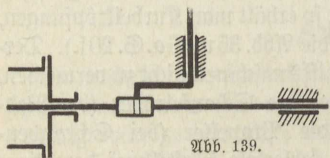


Abb. 139.

weitert und an ihren Enden in einer Büchse geführt. In der genannten Schleife bewegt sich ein Stein, in welchen der Zapfen der seitlich von der Pleuellstange (Abb. 139) gelagerten Kurbel eingreift. Die Bauart hat den Vorteil, daß wegen des Fortfallens der ganzen Pleuellstangenlänge die Kurbel dem Zylinder stark ge-

nähert 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.

**Erzenter.** In dem nebenstehend abgebildeten Kurbelgetriebe (Abb. 140) stellt  $S$  noch einmal die Pleuellstange dar, die an dem

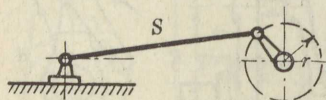


Abb. 140.

Zapfen einer Kurbel von der Länge  $r$  angreift. Der Kreuzkopf (oder auch der Pleuell) legt dann, wie leicht einzusehen ist, bei einer halben Umdrehung der Pleuellwelle den Weg  $2r$  zurück. Nun

muß es aber offenbar für die Bewegung des Pleuelles oder des Kreuzkopfes vollständig gleichgültig sein, wie groß der Durchmesser des Pleuellzapfens ist. Es müssen z. B. die Bewegungsverhältnisse genau dieselben bleiben, wenn der Durchmesser des Pleuellzapfens

so groß gemacht wird, daß er selbst die Maschinenwelle umschließt (Abb. 141). Der Mittelpunkt des großen, hier Exzenter genannten Zapfens beschreibt dann noch gerade so wie vorher einen Kreis vom Halbmesser  $r$  ( $r$  wird hier Exzentrizität des Exzenter 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 kreisrunden Scheibe, dem Exzenter (Abb. 142), während der „Kopf der Schubstange“ in einem ringförmigen Bügel besteht, der um das Exzenter herumgelegt ist.

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

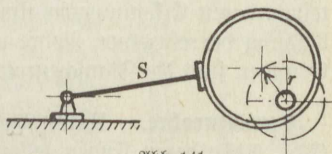


Abb. 141.

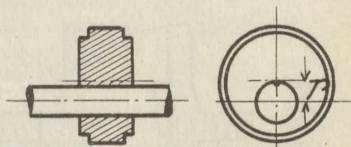


Abb. 142.



## 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. 143), deren Enden tellerförmige Ringe (Flanschen) besitzen.

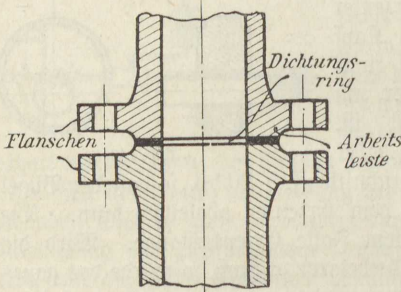


Abb. 143.

Die Verbindung mehrerer solcher Rohre zu einer fortlaufenden Rohrleitung geschieht in der Weise, daß die Rohre mit ihren Flanschen aneinandergelegt und diese Flanschen vermittels Schrauben aneinander angepreßt werden. In der Regel liegen dabei die Flanschen nicht mit ihrer ganzen Fläche aufeinander auf, sondern nur mit verhältnismäßig schmalen Ringsflächen (Arbeitsleisten), zwischen die dann meist auch noch weiche Stoffe, wie Gummi, Asbestpappe, scharfkantige Kupferringe u. dgl. gelegt werden, um eine bessere Abdichtung herbeizuführen.

**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. 144) und der Zwischenraum zwischen Muffe und eingestecktem Rohrende zunächst mit in Teer getränkten Hanfzöpfen und oben mit eingegossenem Blei angefüllt. Hanfzöpfe sowohl wie eingegossenes 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 Doppelmuffe oder Überschiebmuffe (Abb. 145) 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.

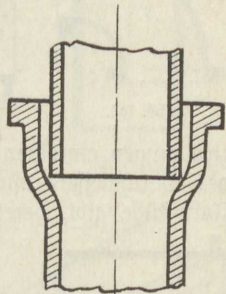


Abb. 144.

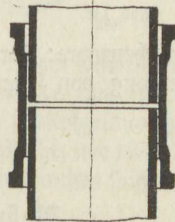


Abb. 145.

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.

Diese Tabellen geben zunächst an, in welchen lichten Weiten (d. h. mit welchen inneren Durchmesser) 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 Bau-

Länge, 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.

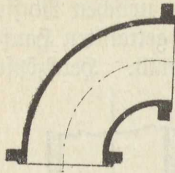


Abb. 146.

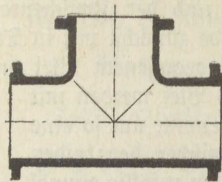


Abb. 147.

Des weiteren hat man bei dem Entwurfe einer Rohrleitung zu beachten, daß es auch für Ab-

zweigungen 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. 146 bis 149 geben einige Beispiele aus diesen Tabellen.

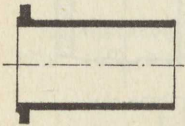


Abb. 148.

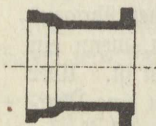


Abb. 149.

Abb. 146 ist ein Krümmer, Abb. 147 ein T-Stück für Flanschenrohre; Formstücke nach Abb. 148 und 149 ermöglichen den Übergang von Flanschenrohren zu Muffenrohren und umgekehrt.

## Zweites Kapitel.

### Rohre aus schmiedbarem Eisen.

**Genietete 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 Druckluft 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. 150 zeigt, ein nach dem Umfange des Rohres gebogenes Winkleisen an je einem Ende des Rohres angenietet wird.

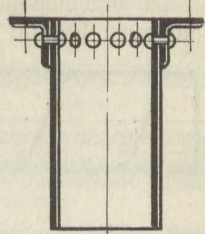


Abb. 150.

**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 geschweißter 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. 151 zeigt, kreisförmig gebogen und ihre „stumpf“ aneinander stoßenden Kanten zusammengeschweißt werden.

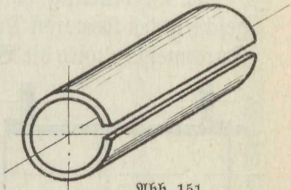


Abb. 151.

Bei den überlapptgeschweißten Rohren werden dagegen die Längskanten übereinander gebogen (Abb. 152) 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.

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. 153 a. f. S. andeutet, zusammengeschweißt werden. Sie sind natürlich teurer, halten aber höhere



Abb. 152.

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

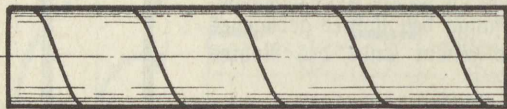


Abb. 153.

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.

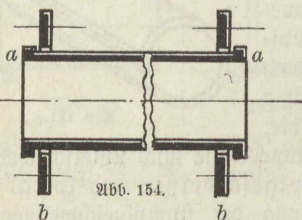


Abb. 154.

Eine Art der Verbindung ist z. B. die, daß gleich bei der Herstellung der Rohre an die beiden Enden kurze, kräftige Flanschen a (Abb. 154) 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. 84 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



Abb. 155.

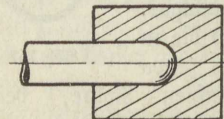


Abb. 156.

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 auszudrücken, gewissermaßen die Haut abgestreift wird (Abb. 155). Die zweite Art der Herstellung nach dem Verfahren von Ehrhardt be-

maßen die Haut abgestreift wird (Abb. 155). Die zweite Art der Herstellung nach dem Verfahren von Ehrhardt be-

steht darin, daß in einen vollen Eisenblock ein Stempel hineingestoßen wird und auf diese Weise eine Art kurzer, dicker Fingerhut erzeugt wird (Abb. 156).

Durch weiteres Ausstrecken dieses „Fingerhutes“, wobei das Eisenstück mehrmals erwärmt wird, erhält man schließlich ein Rohr von dem gewünschten Durchmesser (Abb. 157/158).

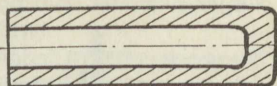


Abb. 157.



Abb. 158.

Die Verbindung solcher nahtlosen Rohre kann in mannigfacher Form geschehen, z. B. entweder in derselben Weise wie bei Gasrohren oder nach Art der Abb. 154. Wird die Bedingung gestellt, daß zwei miteinander verbundene Rohre außen wie innen keinerlei Vorsprünge aufweisen, wie das z. B. bei Rohren der Fall sein muß, die für Bohrzwecke verwendet werden, so wird auf eine kurze Entfernung bei dem einen Rohre außen, bei dem anderen Rohre innen ein Teil der Wandung entfernt, dann werden diese stehengebliebenen Wandteile, der eine mit äußerem, der andere mit innerem Gewinde versehen und die beiden Rohre dann ineinander geschraubt (Abb. 159).

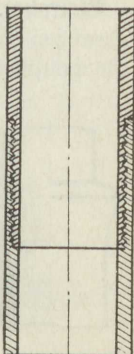


Abb. 159.

### Drittes Kapitel.

#### Kupfer-, Messing- und Bleirohre.

Die Herstellung der Kupfer- und Messingrohre geschieht entweder durch Zusammenlöten, ähnlich wie bei den geschweißten Eisenrohren, oder wenn die Rohre keine „Naht“ haben dürfen, durch Verfahren ähnlich dem bei nahtlosen Eisenrohren. Eine dritte Art der Herstellung nahtloser Kupferrohre ist die auf elektrolytischem Wege (Elmore-Verfahren). Die Zusammenfügung derartiger Rohre kann z. B. in der Weise geschehen, daß an die Enden Flanschen in Winkelleisenform (ähnlich Abb. 150 a. S. 87) angelötet werden. Bei Kupferrohren werden die Enden häufig umgebördelt (Abb. 160 a. f. S.) und durch vorher aufgeschobene verschiebbare Flanschen, ähnlich wie Abb. 154, 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 Stahlbrahttau en fest umwickelt werden usw.

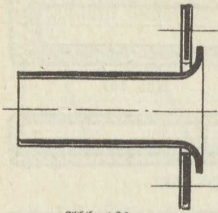


Abb. 160.

**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 mittelst eines kegelförmigen Holzstückes etwas aufgetrieben wird und das andere Rohrende in diese Erweiterung hineingesteckt wird, worauf dann durch Verlöten mit gewöhnlichem Zinnlot die Verbindung hergestellt wird (Abb. 161).



Abb. 161.

## 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. 162). In anderen Fällen (Abb. 163) 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. 164) 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

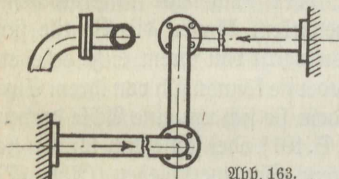


Abb. 163.

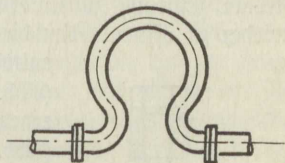


Abb. 164.

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 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. 162) Kniestücke einschaltet, welche mit Kugelformen 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. 165), oder sie können sich von ihrem Sitze erheben, indem sie sich um eine Achse drehen (Abb. 176 a. S. 101), oder schließlich können sie sich auf ihrem Sitze verschieben (Abb. 177 a. S. 101). 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. 165 u. 170 bis 173). 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.

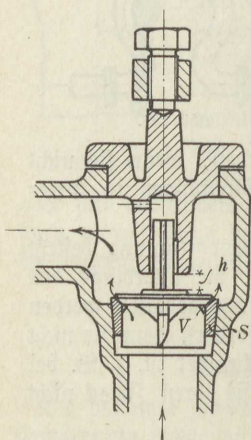


Abb. 165.

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

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. 166. 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 herunterschraubt. 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. Der Durchtritt der Flüssigkeit durch das Ventil kann entweder von der Seite A nach der Seite B oder umgekehrt erfolgen. Kommt die Flüssigkeit (Preßwasser, Dampf o. dgl.) von A, so ist es möglich, die zur Abdichtung der Schraubenspindel dienende Stopfbüchse gelegentlich auch einmal während des Betriebes nach Abschluß des Ventiles mit neuer Packung

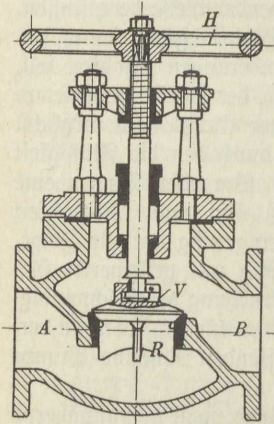


Abb. 166.

zu versehen. Ferner bietet diese Anordnung den Vorteil, daß sich das geschlossene Ventil leicht öffnen läßt, da die unter Preßung stehende Flüssigkeit die Öffnungsbewegung unterstützt. Allerdings kann gerade dieser Umstand auch ein großer Nachteil sein, da ja gegebenenfalls ein unbeabsichtigtes Aufgehen des Ventiles möglich ist, was z. B. bei Dampfleitungen recht bedenkliche Folgen haben kann. Daß bei der entgegengesetzten Strömungsrichtung (von B nach A) die Verhältnisse gerade umgekehrt sind, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

### B. Selbsttätige Ventile.

Das Anwendungsgebiet der selbsttätigen Ventile sind Pumpen aller Art, Gebläse, Kompressoren usw. Ihre Wirkungsweise läßt die Gerippfizze Abb. 114 auf S. 71 erkennen, welche eine einfache Pumpe



mit Tauchkolben darstellen soll. Geht der Kolben nach rechts, so tritt in dem Pumpenraume ein Unterdruck ein. Der außerhalb der Pumpe auf dem Wasserspiegel 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 anderseits 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. 93) 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 Arbeit<sup>1)</sup> 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

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

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

**Das einfache Tellerventil.** Ein Beispiel eines einfachen Tellerventiles zeigt Abb. 165 auf S. 92. Um eine möglichst gute Führung des Ventiles zu erreichen, besitzt es unterhalb des Ventiltellers Rippen oder Flügel, ähnlich wie das auf S. 94 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 demgemäß nur um die Höhe  $h$  von seinem Sitze erheben kann.

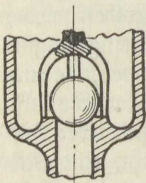


Abb. 167.

Eine hauliche Abänderung des Tellerventiles ist das Kugelventil (Abb. 167). 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. 168 ein solches Ventil dar. Der Durchmesser des Zuströmrohres 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 Subhöhe des Ventiles. Aus der auf S. 93 angeführten Bedingung, daß die Geschwindigkeit der Flüssigkeit sich beim Durchströmen des Ventiles nicht ändern soll, folgt, daß der

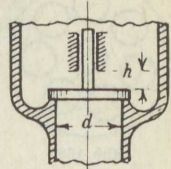


Abb. 168.

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 Subhöhe ( $h$ ).

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 Subhöhe 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 Subhöhe eines solchen Ventiles viel zu groß würde, was die auf S. 95 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 Subhöhe  $h$  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  $f$  an dem die Flüssigkeit austreten kann, nach Möglichkeit zu vergrößern, und diese Aufgabe läßt sich lösen:

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

**Mehrfache Ventile.** Stellt der große Kreis mit dem Durchmesser  $D$  (Abb. 169) den Umfang eines einfachen Tellerventiles dar, so zeigt die Abbildung, wie durch Anbringung vieler 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

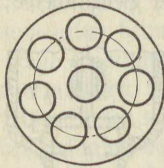


Abb. 169.

oder

$$D \cdot \pi = 4 \cdot d \pi$$

$$d \pi = \frac{D \pi}{4};$$

folglich bei acht kleineren Ventilen

$$\begin{aligned} 8 \cdot d \pi &= 8 \frac{D \pi}{4} \\ &= 2 D \pi. \end{aligned}$$

Der Gesamtumfang, an dem die Flüssigkeit austreten kann, ist jetzt doppelt so groß bei acht kleineren Ventilen, die in dem Kreise vom Durchmesser  $D$  sitzen, als bei einem gewöhnlichen Tellerventile vom Durchmesser  $D$  und damit würde die Hubhöhe sofort auf die Hälfte verkleinert werden können.

**Mehrsitzige Ventile.** Ein Beispiel für ein mehrsitziges Ventil zeigt Abb. 170. Die kleinen Pfeile in der Abbildung zeigen, wie die Flüssigkeit hier in zwei Kreisen austritt: in einem unteren und in

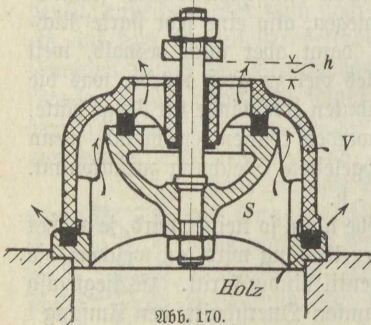


Abb. 170.

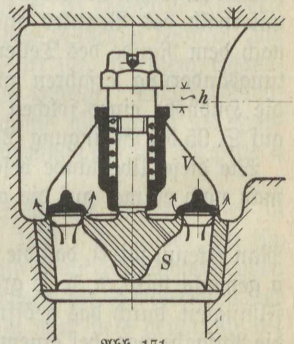


Abb. 171.

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 mehrsitziges Ventil, das allerdings kein selbsttätiges Ventil ist, zeigt Abb. 174 a. S. 100.

Befinden sich die verschiedenen Sitze in einer Ebene, so nennt man die Ventile Ringventile. Abb. 171 zeigt ein Ventil mit einem

Ringe, also mit zwei Durchtritts-Kreisumfängen. Abb. 172 ein Ventil mit fünf Ringen, also mit zehn Kreisumfängen, an denen die Flüssigkeit hindurchströmen kann.

Ein **Stufen- oder Stagenventil** zeigt Abb. 173. 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 Ventiltring. Die Flüssigkeit kann hier also an sechs verschiedenen Kreisumfängen gleichzeitig hindurchtreten.

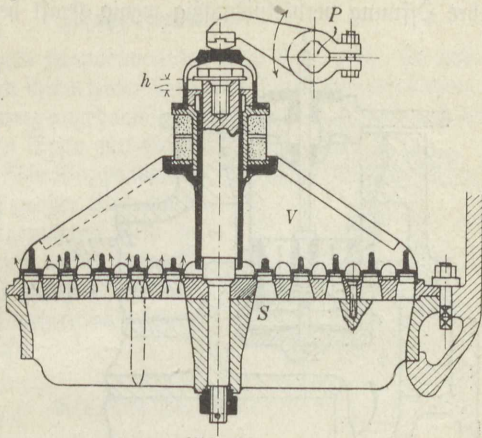


Abb. 172.

Der Sitz für den jeweilig oberen Ring bildet gleichzeitig die Begrenzung des Hubes  $h$  für den darunter liegenden Ventiltring. Die Flüssigkeit kann hier also an sechs verschiedenen Kreisumfängen gleichzeitig hindurchtreten.

### C. Gesteuerte Ventile

finden ihre Hauptanwendung bei Kraftmaschinen (Dampf- oder Gasmaschinen). Die Form eines solchen Ventiles zeigt Abb. 174 a. f. S. Die Bewegung dieser Ventile durch die Maschine selbst geschieht meist mit Hilfe mehr oder weniger verwickelter Hebelanordnungen, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann. Der Form nach heißen solche Ventile auch wohl Glockenventile. Sie haben die Eigentümlichkeit,

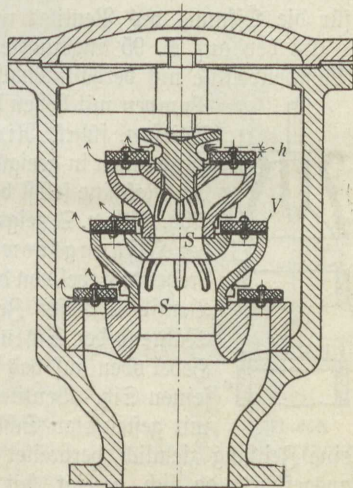


Abb. 173.

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 Kraft beansprucht. Wie die

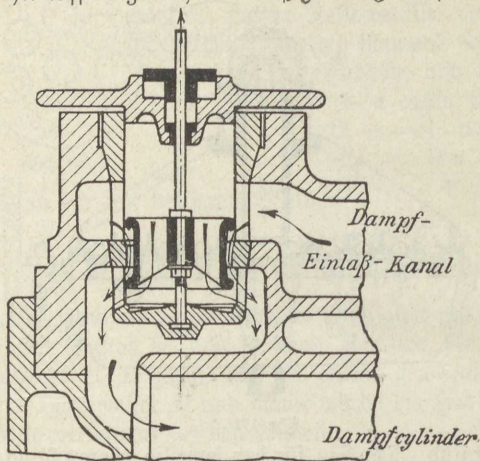


Abb. 174.

Abb. 174 zeigt (vgl. auch Abb. 175 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. 175 c) dagegen wirkt der Dampf drückend auf die ganze obere Kreis-

fläche, würde also einen erheblich größeren Aufwand an Kraft für die Öffnung des Ventiles nötig machen.

Um den auf S. 95 angeführten Uebelstand zu verringern, daß Pumpenventile mit verhältnismäßig großen Hüben (namentlich bei Pumpen mit hohen Umdrehzahlen) nicht schnell genug schließen, führte Riedler Ventile aus, deren Schluß durch einen in geeigneter Weise angeordneten und von der Maschine selbst bewegten Hebel erzwungen wurde. Abb. 172 a. v. S. 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

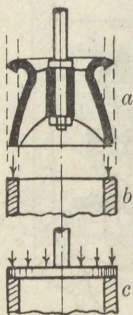


Abb. 175.

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.

**Klappenventile.**

Das Beispiel eines Klappenventiles zeigt Abb. 176. Es besteht einfach aus einer an ihrem linken Ende mit Schrauben befestigten (in der Abbildung schwarz angedeuteten) Lederklappe, welche auf ihrer 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.

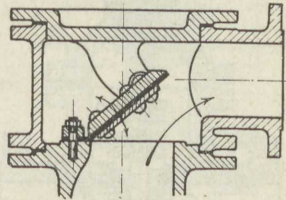


Abb. 176.

Viertes Kapitel.

**Schieber.**

Unter Schiebern verstanden wir (S. 92) solche Ventile, welche sich auf ihrem Sitze verschieben. Ist diese Verschiebung eine geradlinige, so nennt man derartige Ventile Normalschieber oder auch wohl kurz Schieber allgemein. Geschieht dagegen das Verschieben auf dem Sitze 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 Dampfmaschinen. 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. 177 zeigt

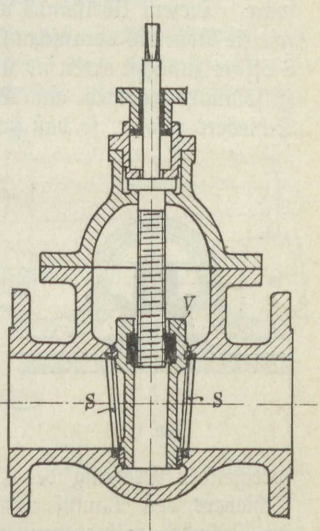


Abb. 177.

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

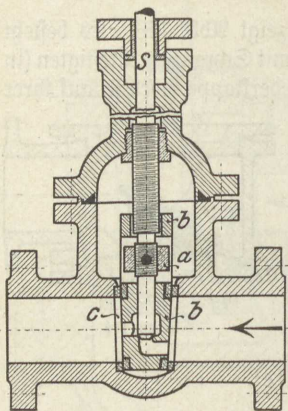


Abb. 178.

den Schieber so fest gegen seinen Sitz drücken, daß zum Öffnen des Schiebers jedesmal eine bedeutende Kraftanstrengung erforderlich wäre. Diesem Übelstande wird abgeholfen durch eine Einrichtung, wie sie Abb. 178 veranschaulicht. Die in die Höhe gehende Schraube S öffnet zunächst einen im unteren Teile des Schiebers befindlichen Hilfskanal, wodurch ein Druckausgleich auf beiden Seiten des Schiebers erfolgt, so daß sich nunmehr der Schieber leicht öffnen läßt.

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.

Eine besondere Schwierigkeit ergibt sich, wenn solche Schieber in Rohrleitungen für sehr hohe Drücke (20—30 Atm und mehr), z. B. zum Fortleiten von Preßwasser verwendet werden sollen. In geschlossenem Zustande würde nämlich das Preßwasser

den Schieber so fest gegen seinen Sitz drücken, daß zum Öffnen des Schiebers jedesmal eine bedeutende Kraftanstrengung erforderlich wäre. Diesem Übelstande wird abgeholfen durch eine Einrichtung, wie sie Abb. 178 veranschaulicht. Die in die Höhe gehende Schraube S öffnet zunächst einen im unteren Teile des Schiebers befindlichen Hilfskanal, wodurch ein Druckausgleich auf beiden Seiten des Schiebers erfolgt, so daß sich nunmehr der Schieber leicht öffnen läßt. Wird die Schraube dann höher geschraubt, so stößt ein auf ihr befindlicher Anschlag a gegen den oberen Teil des Schiebers b und nimmt den Schieber mit in die Höhe.

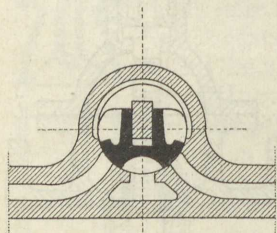


Abb. 179.

**Drehchieber.** Auch Drehchieber finden vielfach Anwendung als Steuerorgane für Dampfmaschinen. Abb. 179 zeigt einen solchen. Die nach rechts und links abgehenden Kanäle führen bei ent-

sprechender Drehung des (in der Abbildung schwarz gezeichneten) Schiebers den Dampf nach der einen oder anderen Seite des im Zylinder befindlichen Kolbens.



Zu den Drehchiebern gehören auch die bekannten Hähne, wie sie zum zeitweiligen Absperren von Flüssigkeiten, Gasen und Dämpfen verwendet werden. Eine besondere, nicht selten angewendete Gattung solcher Hähne sind die sogenannten Dreivegehähne, welche es gestatten, einen aus einer bestimmten Richtung kommenden Flüssigkeitsstrom je nach Bedarf abzusperren oder nach der einen oder anderen Richtung abzulenken. Abb. 180 zeigt einen solchen Dreivegehahn in einer Ausführung von H. Maihak, 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.

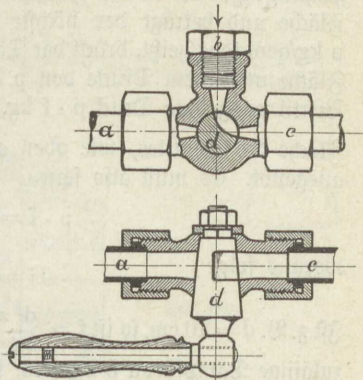


Abb. 180.

### Fünftes Kapitel.

#### Ventile zu besonderen Zwecken.

**Sicherheitsventile.** Abb. 181 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  $\frac{l}{a}$

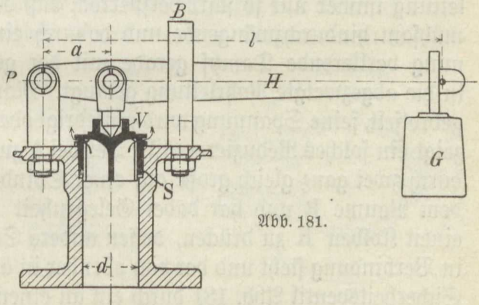


Abb. 181.

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

$$G = \frac{p \cdot f \cdot a}{1} \text{ kg.}$$

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,

$$G = \frac{5 \cdot 78,5 \cdot 15}{100} = 69 \text{ kg.}$$

**Reduzierventile.** Bisweilen kommt der Fall vor, daß von einer Dampfleitung, welche hochgespannten Dampf führt, an irgend-einer Stelle eine Dampfleitung abgezweigt 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 abgezweigten 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 abgezweigte Rohrleitung gelangt. Man sagt der Dampf wird gedrosselt, seine Spannung wird erniedrigt oder „reduziert“. Abb. 182 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. 181 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 versperrt, d. h. um so geringer ist die Spannung,

welche in dem Raume B und der sich daran anschließenden 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.

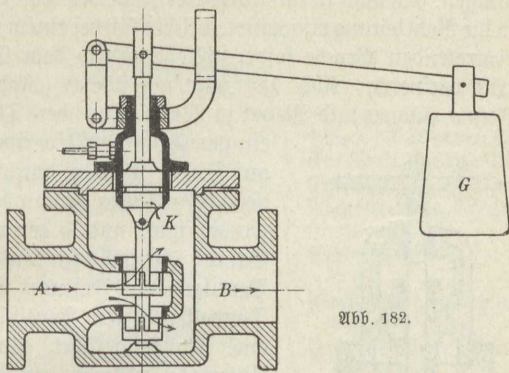


Abb. 182.

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.

**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. 183 in einem Längs-

und Querschnitt darstellt. 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 Ab-

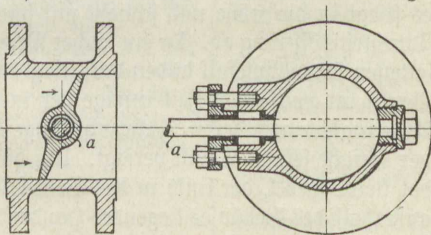


Abb. 183.

bildung 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.

**Kohrbruchventile.** 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. 184 zeigt ein solches „Kohrbruchventil“ der Firma Hübner und Mayer in Wien. Der obere Teil des Ventiles ist

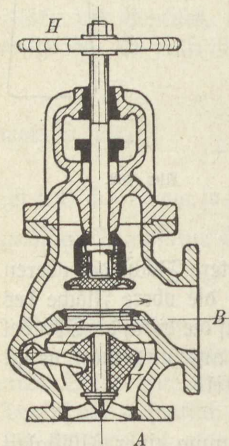


Abb. 184.

ein gewöhnliches Absperrventil (vgl. Abb. 166 auf S. 94), welches durch Drehen an dem oben befindlichen 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 ungeheueren Geschwindigkeit durch das Ventilgehäuse hindurch-

zufließen. Die Folge dieser ungeheueren 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 deren 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 vermittelt dieses kleinen Hebels das Ventil V etwas anzuheben und auf diese Weise festzustellen, ob das Ventil sich auch noch leicht auf der Führungsstange bewegt.



## Sachregister.

Abdichtung bei Rohren 84  
Absperrventile 93, 94, 106  
Achsen 18  
Anzug bei Seilen 2, 4  
Arbeitsleisten 84  
Aufschrumpfen 80  
Ausdehnungsvorrichtungen 90  
Ausrüden von Riemen 56  
Ausrückkuppelungen 22, 24  
Außenräder 35  
Automobilantrieb 39  
  
Bajonettrahmen 78  
Balancier 76  
Ballige Riemenscheiben 53  
Baulänge 85  
Baumwollenseile 61  
Befestigungsschraube 10  
Befestigung von Rädern auf Wellen 3  
Berechnung von Riemen 52  
Bergische Stahlindustrie 46  
Berlin-Anhalt-Masch. V. A. = G. 22, 25  
Bewegungsgesetze bei Rädern 34  
Bewegliche Kuppelungen 22  
Bewegungsschrauben 10

Bleirohre 90  
Bocklager 29  
Bohrrohre 89  
Breite von Zähnen 42  
Brille bei Stopfbüchsen 73  
  
Dampfmaschinen-  
skizze 68  
Deutsche Kugellagerfabrik 31  
Dicke von Riemen 49  
Dohmen-Deblanc 25  
Döring 44  
Doppelkegelschuppelung 22  
Doppelmuffe 85  
Doppelte Pfeilräder 47  
Drahtseiltrieb 60  
Drehmoment bei Wellen 18  
Drehrichtung bei Rädern 36  
Drehchieber 101, 102  
Dreibegehahn 103  
Drosselventile 105  
Druckluftschlämmer 9  
Druckluftnietmaschinen 7  
Druckventil 95  
  
Ehrhardt 88  
Eingängiges Gewinde 10, 47  
Eisenwerk Wülffel 27  
Elastische Kuppelung 24

Elmore-Verfahren 89  
Entlastete Ventile 105  
Epizykloiden 43  
Etagenventile 97, 99  
Evolventen 43  
Erzenter 82 f.

Flachgängige Schrauben 9  
Federbelastete Ventile 95, 96  
Feder und Nut 4  
Feste Kuppelungen 21  
Festscheiben 55  
Flanken bei Zähnen 42  
Flanschen 84, 87, 91  
Flanschenrohre 84

Gabelrahmen 78  
Ganghöhe bei Schrauben 9  
Gasrohre 87  
Gegengewicht bei Kurbeln 81  
Gegenkurbel 81  
Gegenmutter 14  
Genietete Rohre 86  
Gekreuzter Riemen-  
trieb 36, 54, 58  
Gefröpfte Wellen 20, 81  
Geradführungen 75  
Geschlossene Schubstangenköpfe 79  
Geschränkter Riemen-  
trieb 36, 54  
Geschweißte Rohre 87

- Gesteuerte Ventile 94, 99  
 Getriebene Scheiben 49  
 Gewinde, eingängiges 10, 11  
 Gewindeform 13  
 Gewinde, links-  
 gängiges 11  
 —, mehrgängiges 10,  
 11  
 —, rechtsgängiges 11  
 Gewindequerschnitt 10  
 Gewindesteigung 13  
 Gewölbte Riemen-  
 scheiben 53
- Hähne 101, 103  
 Halszapfen 17  
 Handnietung 7  
 Hängelager 29  
 Hanfseile 60, 61 ff.  
 Daniel und Lueg 78,  
 79  
 Hebezeug mittels  
 Schraube 10  
 Heizungsrohre 87  
 Hohle Achsen und  
 Wellen 19  
 Howaldtpackung 74  
 Hubhöhe von Ven-  
 tilen 97  
 Hubventile 92, 93  
 Hubner und Mayer  
 106  
 Hyperbelräder 36  
 Hypozykloiden 43
- Innenräder 36
- Kammlager 27  
 Kammzapfen 18  
 Kegelräder 36, 44  
 Keil 1, 30  
 Kerndurchmesser 12  
 Kettengetriebe 66 f.
- Klappenventile 92,  
 101  
 Klauentuppelung 23  
 Klemmtuppelung 22  
 Klettern von Ketten  
 67  
 Kolben 69, 73  
 Kolbenringe 70  
 Kolbenstangen 72  
 Köpfe von Schub-  
 stangen 78, 80  
 Krallen beim Rie-  
 mentrieb 50  
 Kraftübertragungen  
 48  
 Kreisfeiltrieb 63  
 Kreuzgelenkfuppe-  
 lung 24  
 Kreuzkopf 76  
 Kreuzkopfszapfen 80  
 Kröpfung 81  
 Kuppelungen 21  
 Kugelgelenke bei  
 Rohrleitungen 91  
 Kugellager 31  
 Kugelventile 96  
 Kugelzapfen 17  
 Kupferrohre 89  
 Kurbel 80 f.  
 Kurbelgetriebe 68 f.  
 Kurbelkröpfung 81  
 Kurbelschleife 82  
 Kurbelzapfen 80
- Labyrinthdichtung 74  
 Lager 26  
 Lagerdeckel 28  
 Lagerschalen 26, 28,  
 79  
 Lagerschmierung 31  
 Laschen 6  
 Leimen von Riemen  
 50  
 Liderung 70, 74  
 Lizen 60  
 Lösbare Verbindun-  
 gen 1  
 Losscheiben 55
- Lücken bei Zahn-  
 rädern 40
- Mahaf 103  
 Mannesmann 88  
 Manschettendichtung  
 71  
 Maschinennietung 7  
 Mehrfache Ventile 97,  
 98  
 Mehrgängiges Ge-  
 winde 10, 11  
 Mehrstüige Ventile  
 97, 98  
 Messingrohre 89  
 Metalliderung 70  
 Muffenrohre 84  
 Mutterschraube 9
- Nähen von Riemen  
 50  
 Nahtlose Rohre 88  
 Niete 4  
 Nietmaschinen 7  
 Nietnaht, Verstem-  
 men der 8  
 Nietenchaft 5  
 Nietung, Maschinen-  
 7  
 Nietverbindungen 6  
 Niles = Werkzeug-  
 masch.-Fabrik 7  
 Normalien für Rohre  
 85  
 Normalchieber 101  
 Nut 3, 4
- Oberbiller Stahlwerk  
 21  
 Offener Riementrieb  
 36, 58  
 Offene Schubstangen-  
 köpfe 79
- Packung bei Stopf-  
 büchsen 73  
 Parallelogramm  
 (Watt) 76

Beilräder 45  
 Pleuelstangen 78  
 Polysius 27, 58, 64  
 Preßlufthammer 9  
 Preßluftnietmaschinen 7

Quadratseile 61  
 Querschnittsveränderung bei Ventilen 93  
 Querschnitt von Gewinden 13

Räder 34  
 Rahmen von Maschinen 78  
 Reduzierventile 104  
 Reibungsräder 35, 39  
 Renolds Kettengetriebe 67  
 Riedlerventile 100  
 Riemen 49 ff.  
 Riemenabmessungen 50  
 Riemenausrücker 56  
 Riemenengeschwindigkeit 51  
 Rillen bei Reibungsrädern 39  
 Rillen bei Seilscheiben 60  
 Ringschmierung 32  
 Ringventile 99  
 Rippen bei Ventilen 96  
 Rohrbruchventile 106  
 Rohre 84 ff.  
 Rohrleitung 86, 90  
 Saugventil 95  
 Scharfgängige Schrauben 9  
 Scheibenkolben 70  
 Scheibenkuppelung 22  
 Schieber 92, 101, 102  
 Schließkopf 5

Schlüsselweite 12  
 Schmierung von Lagern 31  
 Schneide 47  
 Schrauben 9 ff.  
 Schraubengewinde 9  
 Schraubenhebezeug 10  
 Schraubenlinie 9  
 Schraubenmutter 9, 10  
 Schraubenrad 47  
 Schraubensicherung 13  
 Schraubensysteme 12  
 Schraube ohne Ende 47  
 Schrumpfen 80  
 Schubstangen 78  
 Seilscheiben 61  
 Selbsttätige Ventile 93, 94  
 Sellerslager 29  
 Sellersschraubengewinde 13  
 Seßkopf 5  
 Sicherheitsventile 103  
 Sicherung bei Schrauben 13  
 Sohlplatte 28  
 Spannrolle 55  
 Spannschloß 11  
 Spiralgeschweißte Rohre 87  
 Splintsicherung 14  
 Spurlager 27  
 Spurzapfen 17  
 Stärke der Zähne 42  
 Stehlager 30  
 Steigung der Gewinde 13  
 Stirnräder 35  
 Steigungswinkel von Schrauben 9  
 Stolzenberg u. Co. 36, 67  
 Stopfbüchse 73, 91  
 Stufenscheiben 59  
 Stufenventile 97, 99

Stumpfgeschweißte Rohre 87  
 Stützlager 27  
 Stützzapfen 17  
 Systeme international 13  
 Systeme, Schrauben- 12

Tauchkolben 70, 71  
 Teilkreise 41  
 Teilung der Zahnräder 41, 67  
 Tellerventile 96  
 Traglager 27  
 Tragzapfen 17  
 Transmissionswellen 20  
 Treibende Scheiben 49  
 Treibstangen 78  
 Triebwerkswellen 20, 29, 32  
 Trum 49

Überlapptgeschweißte Rohre 87  
 Überlappungsneigung 6  
 Überschiebmuffen 85  
 Übersetzungsverhältnis 38, 41  
 Umfangsgeschwindigkeit 37, 51, 52  
 Umschlingungswinkel 55  
 Unlösbare Verbindungen 1  
 Unmittelbar sich berührende Räder 39

Ventil 92 ff.  
 Ventilbewegung 95  
 Verbindende Maschinenteile 1

Verstemmen von  
Nietnähten 8  
Verzahnungsgesetz 41

Wandlager 29  
Watts Parallelo-  
gramm 76  
Wellen 18  
Wellenfröpfung 20  
Wendegeriete 57

Whitworth-Gewinde  
12  
Wolff, Act.-Ges. für  
Seilindustrie, vor-  
mals — 61  
Wülfel, Eisenwerk —  
27

Zahnbreite 42  
Zahnflanken 42  
Zahnräder 35, 40 ff.

Zahnstangen 44  
Zahnstärke 42  
Zapfen 16  
Zentrallinie 41  
Zickzacknietung 6  
Zweigängige Schrau-  
ben 10, 11, 47  
Zwischengeschaltete  
Räder 38  
Zylinder 68  
Zylindrische Räder 35  
Zykloiden 43





# Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher  
Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Jeder Band ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich

Jeder Band geh. M. 1.—, in Leinwand geb. M. 1.25.

Übersicht nach Wissenschaften geordnet.

## Allgemeines Bildungswesen. Erziehung und Unterricht.

Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwicklung. Von weil. Prof. Dr. Friedrich Paulsen. 3. Aufl. Von Prof. Dr. W. Münch. Mit einem Bildnis Paulsens. (Bd. 100.)

Der Leipziger Student von 1409—1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)

Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldirektor Dr. R. Knabe. (Bd. 85.)

Das deutsche Unterrichtswesen der Gegenwart. Von Oberrealschuldirektor Dr. R. Knabe. (Bd. 299.)

Allgemeine Pädagogik. Von Prof. Dr. L. B. Ziegler. 3. Aufl. (Bd. 23.)

Experimentelle Pädagogik mit besonderer Rücksicht auf die Erziehung durch die Tat. Von Dr. W. A. Bay. 2. Aufl. Mit 2 Abb. (Bd. 224.)

Psychologie des Kindes. Von Prof. Dr. R. Gaupp. 3. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 213.)

Moderne Erziehung in Haus und Schule. Von J. Tewes. 2. Aufl. (Bd. 159.)

Großstadtpädagogik. Von J. Tewes. (Bd. 327.)

Schulkämpfe der Gegenwart. Von J. Tewes. 2. Aufl. (Bd. 111.)

Die höhere Mädchenschule in Deutschland. Von Oberlehrerin M. Martin. (Bd. 65.)

Vom Hilfsschulwesen. Von Rektor Dr. W. Maennel. (Bd. 73.)

Das deutsche Fortbildungsschulwesen. Von Direktor Dr. Fr. Schilling. (Bd. 256.)

Die Knabenhandarbeit in der heutigen Erziehung. Von Seminar-Dir. Dr. A. Babs. Mit 21 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 140.)

Das moderne Volksbildungswesen. Bücher- und Veschallen, Volkshochschulen und verwandte Bildungseinrichtungen in den wichtigsten Kulturländern in ihrer Entwicklung seit der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts. Von Stadtbibliothekar Dr. G. Frik. Mit 14 Abb. (Bd. 266.)

Die amerikanische Universität. Von Ph. D. C. D. Berry. Mit 22 Abb. (Bd. 206.)

Technische Hochschulen in Nordamerika. Von Prof. S. Müller. Mit zahlr. Abb., Karte u. Lageplan. (Bd. 190.)

Volkschule und Lehrerbildung der Vereinigten Staaten. Von Dir. Dr. F. Kupers. Mit 48 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 150.)

Deutsches Ringen nach Kraft und Schönheit. Aus den literarischen Zeugnissen eines Jahrhunderts gesammelt. Von Turninspektor R. Möller. 2 Bde. Band II: In Vorb. (Bd. 188/189.)

Schulhygiene. Von Prof. Dr. E. Burgerstein. 3. Aufl. Mit 33 Fig. (Bd. 96.)

Jugend-Fürsorge. Von Waisenhaus-Direktor Dr. J. Petersen. 2 Bde. (Bd. 161. 162.)

Pestalozzi. Sein Leben und seine Ideen. Von Prof. Dr. B. Natorp. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis u. 1 Briefsamml. (Bd. 250.)

Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor D. Flügel. Mit 1 Bildnisse Herbarts. (Bd. 164.)

Friedrich Fröbel. Sein Leben und sein Wirken. Von A. von Portugall. Mit 5 Tafeln. (Bd. 82.)

## Religionswissenschaft.

Leben und Lehre des Buddha. Von weil. Prof. Dr. R. Bischof. 2. Aufl. von Prof. Dr. G. Lübers. Mit 1 Tafel. (Bd. 109.)

Germanische Mythologie. Von Prof. Dr. S. v. Megelein. 2. Aufl. (Bd. 95.)

Mythik im Heidentum und Christentum. Von Dr. E. Lehmann. (Bd. 217.)

Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. H. Freiherr von Soden. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan u. 6 Ansichten. (Bd. 6.)

## Aus Natur und Geisteswelt.

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

- Palästina und seine Kultur in fünf Jahrtausenden.** Von Gymnasialoberlehrer Dr. P. Thomsen. Mit 36 Abb. (Bd. 260.)
- Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte.** Von Prof. Dr. Fr. Steinfach. 2. Aufl. (Bd. 52.)
- Die Gleichnisse Jesu. Zugleich Anleitung zu einem quellenmäßigen Verständnis der Evangelien.** Von Lic. Prof. Dr. H. Weinel. 3. Aufl. (Bd. 46.)
- Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu.** Von Pfarrer D. P. Mehlhorn. 2. Aufl. (Bd. 137.)
- Jesus und seine Zeitgenossen. Geschichtliches und Erbauliches.** Von Pastor C. Vonhoff. (Bd. 89.)
- Der Text des Neuen Testaments nach seiner geschichtlichen Entwicklung.** Von Div.-Pfarrer A. Bött. Mit 8 Tafeln. (Bd. 134.)
- Der Apostel Paulus und sein Werk.** Von Prof. Dr. E. Fischer. (Bd. 309.)
- Christentum und Weltgeschichte.** Von Prof. Dr. K. Sell. 2 Bde. (Bd. 297, 298.)
- Aus der Vorzeit des Christentums. Studien und Charakteristiken.** Von Prof. Dr. J. Geffken. 2. Aufl. (Bd. 54.)
- Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein kritischer Bericht.** Von Prof. Dr. H. Boehmer. 2. Aufl. Mit 2 Bildn. Luthers. (Bd. 113.)
- Johann Calvin.** Von Pfarrer Dr. G. Soberur. Mit 1 Bildnis. (Bd. 247.)
- Die Jesuiten. Eine historische Skizze.** Von Prof. Dr. H. Boehmer. 2. Aufl. (Bd. 49.)
- Die religiösen Strömungen der Gegenwart.** Von Superintendent D. A. S. Braasch. 2. Auflage. (Bd. 66.)
- Die Stellung der Religion im Geistesleben.** Von Lic. Dr. P. Kalweit. (Bd. 225.)
- Religion und Naturwissenschaft in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick.** Von Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)
- Einführung in die Theologie.** Pastor M. Cornils. (Bd. 347.)

## Philosophie und Psychologie.

- Einführung in die Philosophie.** Von Prof. Dr. R. Richter. 2. Aufl. (Bd. 155.)
- Die Philosophie. Einführung in die Wissenschaft, ihr Wesen und ihre Probleme.** Von Realschuldirektor S. Richert. (Bd. 186.)
- Ästhetik.** Dr. R. Hamann. (Bd. 345.)
- Führende Denker. Geschichtliche Einleitung in die Philosophie.** Von Prof. Dr. J. Cohn. 2. Aufl. Mit 6 Bildn. (Bd. 176.)
- Griechische Weltanschauung.** Von Privatdoz. Dr. M. Wundt. (Bd. 329.)
- Die Weltanschauungen der großen Philosophen der Neuzeit.** Von weil. Prof. Dr. L. Busse. 5. Aufl., herausgegeben von Prof. Dr. R. Falkenberg. (Bd. 56.)
- Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland. Eine Charakteristik ihrer Hauptrichtungen.** Von Prof. Dr. D. Külpe. 5. Aufl. (Bd. 41.)
- Rousseau.** Von Prof. Dr. P. Hensel. (Bd. 180.)
- Immanuel Kant. Darstellung und Würdigung.** Von Prof. Dr. D. Külpe. 2. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 146.)
- Schopenhauer. Seine Persönlichkeit, seine Lehre, seine Bedeutung.** Von Realschuldirektor S. Richert. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 81.)
- Herbert Spencer.** Von Dr. R. Schwarz. Mit 1 Bildn. (Bd. 245.)
- Aufgaben und Ziele des Menschenlebens.** Von Dr. F. Unold. 3. Aufl. (Bd. 12.)
- Sittliche Lebensanschauungen der Gegenwart.** Von weil. Prof. Dr. O. Kirn. 2. Aufl. (Bd. 177.)
- Die Mechanik des Geisteslebens.** Von Prof. Dr. M. Berworn. 2. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 200.)
- Die Seele des Menschen.** Von Prof. Dr. J. Rehmkte. 3. Aufl. (Bd. 36.)
- Hypnotismus und Suggestion.** Von Dr. E. Erbmer. (Bd. 199.)

## Literatur und Sprache.

- Die Sprachstämme des Erdkreises.** Von weil. Prof. Dr. F. R. Fınd. (Bd. 267.)
- Die Haupttypen des menschlichen Sprachbaues.** Von weil. Prof. Dr. F. R. Fınd. (Bd. 268.)
- Rhetorik. Richtlinien für die Kunst des Sprechens.** Von Dr. E. Geißler. (Bd. 310.)
- Wie wir sprechen.** Von Dr. E. Richter. (Bd. 354.)

## Aus Natur und Geisteswelt.

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

Die deutschen Personennamen. Von Direktor A. Bähniſch. (Bd. 296.)

Das deutsche Volkslied. Über Wesen und Werden des deutschen Volksgefanges. Von Dr. J. B. Bruinier. 4. Aufl. (Bd. 7.)

Die deutsche Volksſage. Von Dr. D. Böldel. (Bd. 262.)

Das Theater. Schauſpielhaus und Schauſpielkunst vom griech. Altertum bis auf die Gegenwart. Von Dr. Chr. Gaehde. Mit 20 Abb. (Bd. 230.)

Das Drama. Von Dr. B. Buſſe. Mit Abbildungen. 2 Bde. (Bd. 287/288.)

Bd. I: Von der Antike zum franzöſiſchen Klaſſizismus. (Bd. 287.)

Bd. II: Von Verſailles bis Weimar. (Bd. 288.)

Gefchichte der deutſchen Lyrik ſeit Claudius. Von Dr. S. Spiero. (Bd. 254.)

Schiller. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. Mit Bildnis Schillers. 2. Aufl. (Bd. 74.)

Das deutſche Drama des neunzehnten Jahrhunderts. In ſeiner Entwicklung dar- geſtellt von Prof. Dr. G. Witkowski. 3. Aufl. Mit 1 Bildn. Hebbels. (Bd. 51.)

Deutſche Romantik. Von Prof. Dr. D. F. Walzel. 2. Aufl. (Bd. 232.)

Friedrich Hebbel. Von Dr. A. Scha- pire-Neurath. Mit 1 Bildn. Hebbels. (Bd. 238.)

Gerhart Hauptmann. Von Prof. Dr. E. Sulger-Gebing. Mit 1 Bildn. Ger- hart Hauptmanns. (Bd. 283.)

Henrik Ibsen, Björnſterne Björnſon und ihre Zeitgenossen. Von weil. Prof. Dr. B. Kahle. Mit 7 Bildn. (Bd. 193.)

Shakespeare und ſeine Zeit. Von Prof. Dr. E. Sieper. Mit 3 Taf. u. 3 Textb. (Bd. 185.)

## Bildende Kunst und Musik.

Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Dir. Prof. Dr. Th. Volbehr. Mit 44 Abb. (Bd. 68.)

Die Ästhetik. Von Dr. R. Hamann. (Bd. 345.)

Die Entwicklungsgeschichte der Stile in der bildenden Kunst. Von Dr. E. Cohn- Wiener. 2 Bde. Mit zahlr. Abb. (Bd. 317/318.)

Band I: Vom Altertum bis zur Gotik. Mit 57 Abb. (Bd. 317.)

Band II: Von der Renaissance bis zur Gegenwart. Mit 31 Abb. (Bd. 318.)

Die Blütezeit der griechischen Kunst im Spiegel der Relieffarkophage. Eine Ein- führung in die griechische Plastik. Von Dr. S. Wachtler. Mit 8 Taf. u. 32 Abb. (Bd. 272.)

Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Prof. Dr. A. Matthaei. 3. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 8.)

Deutsche Baukunst seit dem Mittelalter bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts. Von Prof. Dr. A. Matthaei. Mit 62 Abb. u. 3 Taf. (Bd. 326.)

Die deutsche Illustration. Von Prof. Dr. R. Kauſch. Mit 35 Abb. (Bd. 44.)

Deutsche Kunst im täglichen Leben bis zum Schlusse des 18. Jahrhunderts. Von Prof. Dr. B. Saendke. Mit 63 Abb. (Bd. 198.)

Albrecht Dürer. Von Dr. R. Wustmann. Mit 33 Abb. (Bd. 97.)

Membrandt. Von Prof. Dr. P. Schub- ring. Mit 50 Abb. (Bd. 158.)

Niederländische Malerei im 17. Jahrhundert. Von Dr. S. Janzen. Mit zahlr. Abbild. (Bd. 873.)

Orientalische Kunst und ihr Einfluß auf Europa. Von Direktor Prof. Dr. R. Graul. Mit 49 Abb. (Bd. 87.)

Kunststoffe in Hans und Heimat. Von Superintendent Richard Bürkner. 2. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 77.)

Geschichte der Gartenkunst. Von Reg.- Baum. Chr. Rand. Mit 41 Abb. (Bd. 274.)

Die Grundlagen der Tonkunst. Versuch einer genetischen Darstellung der allge- meinen Musiklehre. Von Prof. Dr. S. Rietſch. (Bd. 178.)

Einführung in das Wesen der Musik. Von Prof. E. R. Hennig. (Bd. 119.)

Klavier, Orgel, Harmonium. Das Wesen der Tasteninstrumente. Von Prof. Dr. D. Bie. (Bd. 325.)

Geschichte der Musik. Von Dr. Fr. Spiero. (Bd. 143.)

Haydn, Mozart, Beethoven. Von Prof. Dr. E. Krebs. Mit 4 Bildn. (Bd. 92.)

Die Blütezeit der musikalischen Romantik in Deutschland. Von Dr. E. Fstel. Mit 1 Sülhouette. (Bd. 239.)

Das Kunstwerk Richard Wagners. Von Dr. E. Fstel. Mit 1 Bildnis R. Wagners. (Bd. 330.)

Das moderne Orchester in seiner Entwick- lung. Von Prof. Dr. Fr. Volbach. Mit Partiturbeisp. u. 2 Instrumententab. (Bd. 303.)

Geschichte und Kulturgeschichte.

- Das Altertum im Leben der Gegenwart. Von Prof. Dr. P. Cauer. (Bd. 356.)
- Kulturbilder aus griechischen Städten. Von Oberlehrer Dr. E. Fiebarth. 2. Aufl. Mit 23 Abb. u. 2 Tafeln. (Bd. 181.)
- Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 2. Aufl. Mit 62 Abb. (Bd. 114.)
- Soziale Kämpfe im alten Rom. Von Privatdoz. Dr. L. Bloch. 2. Aufl. (Bd. 22.)
- Roms Kampf um die Welt Herrschaft. Von Prof. Dr. F. Kromayer. (Bd. 368.)
- Byzantinische Charakterköpfe. Von Privatdoz. Dr. R. Dieterich. Mit 2 Bildn. (Bd. 244.)
- Germanische Kultur in der Urzeit. Von Prof. Dr. G. Steinhausen. 2. Aufl. Mit 13 Abb. (Bd. 75.)
- Mittelalterliche Kulturideale. Von Prof. Dr. V. Fedel. 2 Bde. Bd. I: Heldenleben. (Bd. 292.) Bd. II: Ritterromantik. (Bd. 293.)
- Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Dir. Dr. E. Otto. 2. Aufl. Mit 27. Abb. (Bd. 45.)
- Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Prof. Dr. B. Heil. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 1 Doppeltafel. (Bd. 43.)
- Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. Von Reg.-Baum. a. D. N. Erbe. Mit 59 Abb. (Bd. 117.)
- Das deutsche Dorf. Von R. Mielke. Mit 51 Abb. (Bd. 192.)
- Das deutsche Haus und sein Hausrat. Von Prof. Dr. R. Meringer. Mit 106 Abb. (Bd. 116.)
- Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Reg.-Baum. Chr. Rand. Mit 70 Abb. (Bd. 121.)
- Geschichte des deutschen Bauernstandes. Von Prof. Dr. S. Gerdes. Mit 21 Abb. (Bd. 320.)
- Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Dir. Dr. E. Otto. 3. Aufl. Mit 27 Abb. (Bd. 14.)
- Deutsche Volksfeste und Volksitten. Von S. C. Rehm. Mit 11 Abb. (Bd. 214.)
- Deutsche Volkstrachten. Von Pfarrer C. Spieß. (Bd. 342.)
- Familienforschung. Von Dr. C. Devrient. (Bd. 350.)
- Die Münze als hist. Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Prof. Dr. A. Luschin v. Ebengreuth. Mit 53 Abb. (Bd. 91.)
- Das Buchgewerbe und die Kultur. Sechs Vorträge, gehalten im Auftrage des Deutschen Buchgewerbevereins. Mit 1 Abb. (Bd. 182.)
- Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. O. Weise. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 4.)
- Das Zeitungswesen. Von Dr. F. Diez. (Bd. 328.)
- Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Prof. Dr. E. Günther. 3. Aufl. Mit 1 Weltk. (Bd. 26.)
- Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Prof. Dr. O. Weber. (Bd. 123. 124.)
- Friedrich der Große. Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. Mit 2 Bildn. (Bd. 246.)
- Geschichte der Französischen Revolution. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. (Bd. 346.)
- Napoleon I. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. 2. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 195.)
- Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrh. Von Prof. Dr. R. Th. v. Seigel. 2. Aufl. (Bd. 129.)
- Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 2. Aufl. (Bd. 37.)
- Die Reaktion und die neue Ara. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der Gegenwart. Von Prof. Dr. R. Schwemer. (Bd. 101.)
- Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. R. Schwemer. (Bd. 102.)
1848. Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. O. Weber. 2. Aufl. (Bd. 53.)
- Österreichs innere Geschichte von 1848 bis 1907. Von Richard Charnak. 2 Bde. [1 2. Aufl.] Band I: Die Vorkherrschaft der Deutschen. (Bd. 242). Band II: Der Kampf der Nationen. (Bd. 243.)
- Englands Weltmacht in ihrer Entwicklung vom 17. Jahrhundert bis auf unsere Tage. Von Prof. Dr. W. Langenbeck. Mit 19 Bildn. (Bd. 174.)
- Geschichte der Vereinigten Staaten von Amerika. Von Prof. Dr. E. Daenell. (Bd. 147.)
- Die Amerikaner. Von R. M. Dutler. Deutsche Ausg. bes. von Prof. Dr. W. Paszkowski. (Bd. 319.)

## Aus Natur und Geisteswelt.

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

Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert. Von Major D. v. Sothen. Mit 9 Übersichten. (Bd. 59.)

Der Krieg im Zeitalter des Verkehrs und der Technik. Von Hauptmann A. Meyer. Mit 3 Abb. (Bd. 271.)

Der Seekrieg. Eine geschichtliche Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis

zur Gegenwart. Von R. Freiherrn von Malshahn, Vize-Admiral a. D. (Bd. 99.)

Die moderne Friedensbewegung. Von A. S. Fried. (Bd. 157.)

Die moderne Frauenbewegung. Ein geschichtlicher Überblick. Von Dr. R. Schirmer. 2. Aufl. (Bd. 67.)

## Rechts- und Staatswissenschaft. Volkswirtschaft.

Deutsches Fürstentum und dtsch. Verfassungsw. Von Prof. Dr. E. Hubrich. (Bd. 80.)

Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches. Von Prof. Dr. E. Loening. 3. Aufl. (Bd. 34.)

Moderne Rechtsprobleme. Von Prof. Dr. S. Kohler. (Bd. 128.)

Die Psychologie des Verbrechers. Von Dr. P. Polliß. Mit 5 Diagrammen. (Bd. 248.)

Strafe und Verbrechen. Von Dr. P. Polliß. (Bd. 323.)

Verbrechen und Aberglaube. Skizzen aus der volkstündlichen Kriminalistik. Von Kammergerichtsrat Dr. A. Hellwig. (Bd. 212.)

Das deutsche Zivilprozessrecht. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 315.)

Ehe und Eherecht. Von Prof. Dr. L. Wärmund. (Bd. 115.)

Der gewerbliche Rechtsschutz in Deutschland. Von Patentanw. B. Tolksdorf. (Bd. 138.)

Die Miete nach dem B. G.-B. Ein Handb. für Juristen, Mieter und Vermieter. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 194.)

Das Wahlrecht. Von Reg.-Rat Dr. D. Poensgen. (Bd. 249.)

Die Jurisprudenz im häuslichen Leben. Für Familie und Haushalt dargestellt. Von Rechtsanw. P. Wienengraber. 2 Bde. (Bd. 219, 220.)

Finanzwissenschaft. Von Prof. Dr. S. P. Altman. (Bd. 306.)

Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Maier. 4. Aufl. (Bd. 2.)

Geschichte der sozialistischen Ideen im 19. Jahrh. Von Privatdoz. Dr. Fr. Mucke. 2 Bände. (Bd. 269, 270.) Band I: Der rationale Sozialismus. (Bd. 269.) Band II: Proudhon und der entwicklungsgeschichtliche Sozialismus. (Bd. 270.)

Geschichte des Welthandels. Von Prof. Dr. M. G. Schmidt. 2. Aufl. (Bd. 118.)

Geschichte d. deutschen Handels. Von Prof. Dr. W. Langenbed. (Bd. 237.)

Deutschlands Stellung in der Weltwirtschaft. Von Prof. Dr. P. Arndt. (Bd. 179.)

Deutsches Wirtschaftsleben. Auf geographischer Grundlage geschildert. Von meisl. Prof. Dr. Chr. Gruber. 3. Aufl. Neubearb. von Dr. S. Reinlein. (Bd. 42.)

Die Ostmark. Eine Einführung in die Probleme ihrer Wirtschaftsgeschichte. Von Prof. Dr. W. Mitscherlich. (Bd. 351.)

Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im letzten Jahrh. Von Prof. Dr. L. Böhle. 2. Aufl. (Bd. 57.)

Das Hotelwesen. Von Paul Damm-Étienne. Mit 30 Abb. (Bd. 331.)

Die deutsche Landwirtschaft. Von Dr. W. Glaasen. Mit 15 Abb. u. 1 Karte. (Bd. 215.)

Innere Kolonisation. Von A. Brenning. (Bd. 261.)

Antike Wirtschaftsgeschichte. Von Dr. D. Neurath. (Bd. 258.)

Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben. Von Prof. J. L. Laughlin. Mit 9 graph. Darst. (Bd. 127.)

Die Japaner in der Weltwirtschaft. Von Prof. Dr. R. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)

Die Gartenstadtbewegung. Von General-Inf. S. Kampsfeyer. Mit 43 Abb. (Bd. 259.)

Das internationale Leben der Gegenwart. Von A. S. Fried. Mit 1 Tafel. (Bd. 226.)

Bevölkerungslehre. Von Prof. Dr. M. Haushofer. (Bd. 50.)

Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von Prof. Dr. D. v. Zwiédineck-Südenhorst. 2. Aufl. (Bd. 78.)

Das Recht der kaufmännischen Angestellten. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 361.)

Die Konsumgenossenschaft. Von Prof. Dr. F. Staudinger. (Bd. 222.)

Die Frauenarbeit. Ein Problem des Kapitalismus. Von Prof. Dr. R. Wilbrandt. (Bd. 106.)

Grundzüge des Versicherungswesens. Von Prof. Dr. A. Mares. 2. Aufl. (Bd. 105.)

**Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900** (fortgeführt bis zur Gegenwart). Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft. Von Prof. Dr. W. Loh. 3. Aufl. (Bd. 15.)

**Mensch und Erde.** Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von weil. Prof. Dr. A. Kirchhoff. 3. Aufl. (Bd. 31.)

**Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch.** Von Prof. Dr. G. Steinmann. Mit 24 Abb. (Bd. 302.)

**Die Polarforschung.** Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Prof. Dr. R. Saffert. 2. Aufl. Mit 6 Karten. (Bd. 38.)

**Die Städte.** Geographisch betrachtet. Von Prof. Dr. R. Saffert. Mit 21 Abb. (Bd. 163.)

**Wirtschaftl. Erdkunde.** Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 2. Aufl. Bearbeitet von Prof. Dr. R. Dove. (Bd. 122.)

**Politische Geographie.** Von Dr. E. Schöne. (Bd. 353.)

**Die deutschen Volksstämme und Landschaften.** Von Prof. Dr. D. Weise. 4. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 16.)

**Das Postwesen, seine Entwicklung und Bedeutung.** Von Postr. J. Bruns. (Bd. 165.)  
**Die Telegraphie in ihrer Entwicklung und Bedeutung.** Von Postr. J. Bruns. Mit 1 Fig. (Bd. 183.)  
**Deutsche Schifffahrt und Schifffahrtspolitik der Gegenwart.** Von Prof. Dr. R. Thieß. (Bd. 169.)

### Erdkunde.

**Alpengebiet.** Von Privatdozent Dr. G. Braun. (Bd. 367.)

**Die Alpen.** Von H. Reishauer. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 276.)

**Die deutschen Kolonien.** (Land und Leute.) Von Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 98.)

**Unsere Schutzgebiete nach ihren wirtschaftlichen Verhältnissen.** Im Lichte der Erdkunde dargestellt. Von Dr. Chr. G. Barth. (Bd. 290.)

**Australien und Neuseeland.** Land, Leute und Wirtschaft. Von Prof. Dr. R. Schachner. (Bd. 366.)

**Der Orient.** Eine Länderkunde. Von E. Hanse. 3 Bde. Mit zahlr. Abb. u. Karten. (Bd. 277, 278, 279.)

**Band I: Die Atlasländer.** Marokko, Algerien, Tunesien. Mit 15 Ab., 10 Kartenstücken, 3 Diagr. u. 1 Tafel. (Bd. 277.)

**Band II: Der arabische Orient.** Mit 29 Abb. u. 7 Diagr. (Bd. 278.)

**Band III: Der arische Orient.** Mit 34 Abb., 3 Kartenstücken u. 2 Diagr. (Bd. 279.)

### Anthropologie. Heilwissenschaft und Gesundheitslehre.

**Der Mensch der Urzeit.** Vier Vorlesungen aus der Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts. Von Dr. A. Heilborn. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 62.)

**Die moderne Heilwissenschaft.** Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. E. Biernacki. Deutsch von Dr. S. Ebel. (Bd. 25.)

**Der Arzt.** Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenwart. Ein Leitfaden der sozialen Medizin. Von Dr. med. M. Fürst. (Bd. 265.)

**Der Aberglaube in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben.** Von Prof. Dr. D. von Hansemann. (Bd. 83.)

**Arzneimittel und Genußmittel.** Von Prof. Dr. D. Schmiedeberg. (Bd. 363.)

**Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers.** Von Prof. Dr. S. Sachs. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 32.)

**Die Anatomie des Menschen.** Von Prof. Dr. R. v. Bardeleben. 5 Bde. Mit zahlr. Abb. (Bd. 201, 202, 203, 204, 263.)

I. Teil: Allg. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Mit 69 Abb. (Bd. 201.) II. Teil: Das Skelett. Mit 53 Abb. (Bd. 202.) III. Teil: Das Muskel- und Gefäßsystem.

Mit 68 Abb. (Bd. 203.) IV. Teil: Die Eingeweide (Darm, Atmungs-, Harn- u. Geschlechtsorgane). Mit 38 Abb. (Bd. 204.)

V. Teil: Statik und Mechanik des menschlichen Körpers. Mit 20 Abb. (Bd. 263.)

**Moderne Chirurgie.** Von Prof. Dr. Feßler. Mit Abb. (Bd. 339.)

**Acht Vorträge aus der Gesundheitslehre.** Von weil. Prof. Dr. S. Buchner. 3. Aufl., besorgt von Prof. Dr. M. v. Gruber. Mit 26 Abb. (Bd. 1.)

**Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen.** Von Prof. Dr. S. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

**Das menschliche Gebiß, seine Erkrankung und Pflege.** Von Zahnarzt Fr. Jäger. Mit 24 Abb. (Bd. 229.)

**Körperliche Verbildungen im Kindesalter und ihre Verhütung.** Von Dr. M. David. Mit 26 Abb. (Bd. 321.)

**Schulhygiene.** Von Prof. Dr. L. Burgerstein. 3. Aufl. Mit 33 Fig. (Bd. 96.)

**Das Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele in gesundem und krankem Zustande.** Von Prof. Dr. R. Bamber. 2. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 48.)

Die fünf Sinne des Menschen. Von Prof. Dr. J. K. Kreibitz. 2. Aufl. Mit 30 Abb. (Bd. 27.)  
 Das Auge des Menschen und seine Gesundheitspflege. Von Prof. Dr. med. G. Abelstorff. Mit 15 Abb. (Bd. 149.)  
 Die menschliche Stimme und ihre Hygiene. Von Prof. Dr. P. H. Gerber. 2. Aufl. Mit 20 Abb. (Bd. 136.)  
 Die Geschlechtskrankheiten, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung. Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schunburg. 2. Aufl. Mit 4 Abb. und 1 Tafel. (Bd. 251.)  
 Die Tuberkulose, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schunburg. 2. Aufl. Mit 1 Tafel und 8 Figuren. (Bd. 47.)  
 Die krankheitserregenden Bakterien. Von Privatdoz. Dr. M. Voehlein. Mit 33 Abb. (Bd. 307.)

Geisteskrankheiten. Von Anstaltsoberarzt Dr. G. Fiberg. (Bd. 151.)  
 Krankenpflege. Von Chefarzt Dr. B. Leide. (Bd. 152.)  
 Gesundheitslehre für Frauen. Von weibl. Privatdoz. Dr. R. Sticher. Mit 13 Abb. (Bd. 171.)  
 Der Säugling, seine Ernährung und seine Pflege. Von Dr. W. Raupe. Mit 17 Abb. (Bd. 154.)  
 Der Alkoholisismus. Von Dr. G. B. Gruber. Mit 7 Abb. (Bd. 103.)  
 Ernährung und Volksnahrungsmittel. Von weibl. Prof. Dr. J. Frenzel. 2. Aufl. Neu bearb. von Geh. Rat Prof. Dr. R. Sunz. Mit 7 Abb. u. 2 Tafeln. (Bd. 19.)  
 Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Prof. Dr. R. Sander. 3. Aufl. Mit 19 Abb. (Bd. 13.)

### Naturwissenschaften. Mathematik.

Naturwissenschaften u. Mathematik im klassischen Altertum. Von Prof. Dr. Joh. L. Heiberg. (Bd. 370.)  
 Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. Von Prof. Dr. F. Auerbach. 3. Aufl. Mit 79 Fig. (Bd. 40.)  
 Die Lehre von der Energie. Von Dr. A. Stein. Mit 13 Fig. (Bd. 257.)  
 Moleküle — Atome — Weltäther. Von Prof. Dr. G. Mie. 3. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 58.)  
 Die großen Physiker und ihre Leistungen. Von Prof. Dr. F. A. Schulze. Mit 7 Abb. (Bd. 324.)  
 Verdegang der modernen Physik. Von Dr. G. Keller. (Bd. 343.)  
 Einleitung in die Experimentalphysik. Von Prof. Dr. R. Börnstein. Mit zahlr. Abb. (Bd. 371.)  
 Das Licht und die Farben. Von Prof. Dr. L. Graeb. 3. Aufl. Mit 117 Abb. (Bd. 17.)  
 Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Von Prof. Dr. R. Börnstein u. Prof. Dr. W. Markwald. 2. Aufl. Mit 85 Abb. (Bd. 64.)  
 Die optischen Instrumente. Von Dr. M. v. Rohr. 2. Aufl. Mit 84 Abb. (Bd. 88.)  
 Die Brille. Von Dr. M. von Rohr. Mit zahlr. Abb. (Bd. 372.)  
 Spektroskopie. Von Dr. S. Grebe. Mit 62 Abb. (Bd. 284.)  
 Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung. Von Dr. W. Scheffer. Mit 66 Abb. (Bd. 35.)

Das Stereoskop und seine Anwendungen. Von Prof. Th. Hartwig. Mit 40 Abb. u. 19 Taf. (Bd. 135.)  
 Die Lehre von der Wärme. Von Prof. Dr. R. Börnstein. Mit 33 Abb. (Bd. 172.)  
 Die Kälte, ihr Wesen, ihre Erzeugung und Verwertung. Von Dr. S. Alt. Mit 45 Abb. (Bd. 311.)  
 Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimentalchemie. Von Prof. Dr. R. Blochmann. 3. Aufl. Mit 115 Abb. (Bd. 5.)  
 Das Wasser. Von Privatdoz. Dr. D. Aufsemino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)  
 Natürliche und künstliche Pflanzen- und Tierstoffe. Von Dr. W. Bavinck. Mit 7 Fig. (Bd. 187.)  
 Die Erscheinungen des Lebens. Von Prof. Dr. S. Wiehe. Mit 40 Fig. (Bd. 130.)  
 Abstammungslehre und Darwinismus. Von Prof. Dr. R. Hesse. 3. Aufl. Mit 37 Fig. (Bd. 39.)  
 Experimentelle Biologie. Von Dr. E. Theiling. Mit Abb. 2 Bde. Band I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.)  
 Band II: Regeneration, Transplantation und verwandte Gebiete. (Bd. 337.)  
 Einführung in die Biochemie. Von Prof. Dr. W. Löb. (Bd. 352.)  
 Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. E. Teichmann. Mit 7 Abb. u. 4 Doppeltaf. (Bd. 70.)  
 Das Werden und Vergehen der Pflanzen. Von Prof. Dr. P. Gisevius. Mit 24 Abb. (Bd. 173.)

## Aus Natur und Geisteswelt.

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

- Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen.** Von Prof. Dr. E. Küster. Mit 38 Abb. (Bd. 112.)
- Unsere wichtigsten Kulturpflanzen (Die Getreidearäser).** Von Prof. Dr. R. Giesenhagen. 2. Aufl. Mit 38 Fig. (Bd. 10.)
- Die fleischfressenden Pflanzen.** Von Dr. A. Wagner. Mit Abb. (Bd. 344.)
- Der deutsche Wald.** Von Prof. Dr. S. Hausrath. Mit 15 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 153.)
- Die Pilze.** Von Dr. A. Eichinger. Mit 54 Abb. (Bd. 334.)
- Weinbau und Weinbereitung.** Von Dr. F. Schmittenner. (Bd. 332.)
- Der Obstbau.** Von Dr. E. Voges. Mit 13 Abb. (Bd. 107.)
- Unsere Blumen und Pflanzen im Zimmer.** Von Prof. Dr. H. Dammer (Bd. 359.)
- Unsere Blumen und Pflanzen im Garten.** Von Prof. Dr. H. Dammer. (Bd. 360.)
- Kolonialbotanik.** Von Prof. Dr. F. Tobler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)
- Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Getränke.** Von Prof. Dr. A. Wiewer. Mit 24 Abb. u. 1 Karte. (Bd. 132.)
- Die Milch und ihre Produkte.** Von Dr. A. Reitz. (Bd. 326.)
- Die Pflanzenwelt des Mikroskops.** Von Bürgererschullehrer E. Reukauf. Mit 100 Abb. (Bd. 181.)
- Die Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere).** Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 59 Abb. (Bd. 160.)
- Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt.** Von Prof. Dr. F. Kraepelin. (Bd. 79.)
- Der Kampf zwischen Mensch und Tier.** Von Prof. Dr. R. Eckstein. 2. Aufl. Mit 51 Fig. (Bd. 18.)
- Tierkunde.** Eine Einführung in die Zoologie. Von weil. Privatdoz. Dr. R. Hennings. Mit 34 Abb. (Bd. 142.)
- Verätschende Anatomie der Sinnesorgane der Wirbeltiere.** Von Prof. Dr. W. Lubowich. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)
- Die Stammesgeschichte unserer Haustiere.** Von Prof. Dr. E. Keller. Mit 28 Fig. (Bd. 252.)
- Die Fortpflanzung der Tiere.** Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 77 Abb. (Bd. 253.)
- Tierzüchtung.** Von Dr. G. Wilsdorf. (Bd. 369.)
- Deutsches Vogelleben.** Von Prof. Dr. A. Vogt. (Bd. 221.)
- Vogelzug und Vogelschuß.** Von Dr. W. R. Cardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)
- Korallen und andere gesteinsbildende Tiere.** Von Prof. Dr. W. May. Mit 455 Abb. (Bd. 231.)
- Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere.** Von Prof. Dr. O. Maas. Mit 11 Karten u. Abb. (Bd. 139.)
- Die Bakterien.** Von Prof. Dr. E. Gutzeit. Mit 13 Abb. (Bd. 233.)
- Die Welt der Organismen. In Entwicklung und Zusammenhang dargestellt.** Von Prof. Dr. R. Lampert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)
- Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus).** Von Dr. Fr. Knauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)
- Die Ameisen.** Von Dr. Fr. Knauer. Mit 61 Fig. (Bd. 94.)
- Das Süßwasser-Plankton.** Von Prof. Dr. O. Scharias. 2. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 156.)
- Meeresforschung und Meeresleben.** Von Dr. O. Janson. 2. Aufl. Mit 41 Fig. (Bd. 30.)
- Das Aquarium.** Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)
- Wind und Wetter.** Von Prof. Dr. L. Weber. 2. Aufl. Mit 28 Fig. u. 3 Tafeln. (Bd. 55.)
- Gut und schlecht Wetter.** Von Dr. R. Hennig. (Bd. 349.)
- Der Kalender.** Von Prof. Dr. W. F. Wislicenus. (Bd. 69.)
- Der Bau des Weltalls.** Von Prof. Dr. F. Scheiner. 3. Aufl. Mit 26 Fig. (Bd. 24.)
- Entstehung der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft.** Von Prof. Dr. W. Weinstein. (Bd. 223.)
- Aus der Vorzeit der Erde.** Von Prof. Dr. Fr. Frech. In 6 Bdn. 2. Aufl. Mit zahlr. Abbildungen. (Bd. 207—211, 61.)
- Band I: Vulkan einst und jetzt. Mit 80 Abb. (Bd. 207.) Band II: Gebirgsbau und Erdbeben. Mit 57 Abb. (Bd. 208.)
- Band III: Die Arbeit des fließenden Wassers. Mit 51 Abb. (Bd. 209.) Band IV: Die Arbeit des Ozeans und die chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen. Mit 1 Titelbild und 51 Abb. (Bd. 210.)
- Band V: Kohlenbildung und Klima der Vorzeit. (Bd. 211.) Band VI: Gletscher einst und jetzt. 2. Aufl. (Bd. 61.)
- Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit.** Von Prof. Dr. S. Oppenheim. Mit 24 Abb. (Bd. 110.)
- Probleme der modernen Astronomie.** Von Prof. Dr. S. Oppenheim. (Bd. 355.)
- Die Sonne.** Von Dr. A. Krause. Mit zahlreichen Abb. (Bd. 357.)
- Der Mond.** Von Prof. Dr. F. Franz. Mit 31 Abb. (Bd. 90.)
- Die Planeten.** Von Prof. Dr. W. Peter. Mit 18 Fig. (Bd. 240.)



- Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. P. Crank. 2 Bdn. Mit zahlr. Fig. (Bd. 120. 205.) I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. 2. Aufl. Mit 9 Fig. (Bd. 120.) II. Teil: Gleichungen. Arithmetische und geometrische Reihen. Zinsezins- und Rentenrechnung. Komplexe Zahlen. Binomischer Lehrsatz. 2. Aufl. Mit 21 Fig. (Bd. 205.)
- Praktische Mathematik. Von Dr. R. Neundorff. I. Teil: Graphisches u. numerisches Rechnen. Mit 62 Figuren und 1 Tafel. (Bd. 341.)
- Planimetrie zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. P. Crank. Mit 99 Fig. (Bd. 340.)
- Einführung in die Infinitesimalrechnung mit einer historischen Übersicht. Von Prof. Dr. G. Nowalewski. Mit 18 Fig. (Bd. 197.)
- Mathematische Spiele. Von Dr. W. Ahrens. 2. Aufl. Mit 70 Fig. (Bd. 170.)
- Das Schachspiel und seine strategischen Prinzipien. Von Dr. M. Lange. Mit den Bildnissen E. Lasters und P. Morphy's, 1 Schachbrettafel und 43 Darst. von Übungsspielen. (Bd. 281.)

## Angewandte Naturwissenschaft. Technik.

- Am tausenden Weckruf der Zeit. Von Prof. Dr. W. Saunhardt. 3. Aufl. Mit 16 Abb. (Bd. 23.)
- Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von Baurat R. Merdel. Mit 43 Abb. (Bd. 60.)
- Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Baurat R. Merdel. 2. Aufl. Mit 55 Abb. (Bd. 28.)
- Die Handfeuerwaffen. Ihre Entwicklung und Technik. Von Hauptmann R. Weiß. Mit 69 Abb. (Bd. 364.)
- Der Eisenbetonbau. Von Dipl.-Ing. G. Saimovici. Mit 81 Abb. (Bd. 275.)
- Das Eisenhüttenwesen. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. H. Wedding. 3. Aufl. Mit 15 Fig. (Bd. 20.)
- Die Metalle. Von Prof. Dr. R. Scheib. 2. Aufl. Mit 16 Abb. (Bd. 29.)
- Mechanik. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Fhering. 3 Bde. (Bd. 303/305.)
- Band I: Die Mechanik der festen Körper. Mit 61 Abb. (Bd. 303.) Band II: Die Mechanik der flüssigen Körper. Mit 34 Abb. (Bd. 304.) Band III: Die Mechanik der gasförmigen Körper. (In Vorb.) (Bd. 305.)
- Maschinenelemente. Von Prof. R. Vater. Mit 184 Abb. (Bd. 301.)
- Hebezeuge. Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Prof. R. Vater. Mit 67 Abb. (Bd. 196.)
- Dampf und Dampfmaschine. Von Prof. R. Vater. 2. Aufl. Mit 45 Abb. (Bd. 63.)
- Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen (Gasmaschinen). Von Prof. R. Vater. 3. Aufl. Mit 33 Abb. (Bd. 21.)
- Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. Von Prof. R. Vater. 2. Aufl. Mit 48 Abb. (Bd. 86.)
- Die Wasserkraftmaschinen und die Ausnützung der Wasserkräfte. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Fhering. Mit 73 Fig. (Bd. 228.)
- Landwirtsch. Maschinenkunde. Von Prof. Dr. G. Fischer. Mit 62 Abb. (Bd. 316.)
- Die Spinnerei. Von Dir. Prof. M. Lehmann. Mit Abb. (Bd. 338.)
- Die technische Entwicklung der Eisenbahnen der Gegenwart. Von Eisenbahnbau- u. Betriebsinsp. E. Biedermann. Mit 50 Abb. (Bd. 144.)
- Die Klein- und Straßenbahnen. Von Oberingenieur a. D. A. Liebmann. Mit 85 Abb. (Bd. 322.)
- Das Automobil. Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ing. R. Blau. 2. Aufl. Mit 83 Abb. (Bd. 166.)
- Grundlagen der Elektrotechnik. Von Dr. R. Blochmann. Mit 128 Abb. (Bd. 168.)
- Die Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Von Telegrapheninsp.ektor S. Brid. Mit 58 Abb. (Bd. 235.)
- Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik. Von Telegrapheninsp.ektor S. Brid. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)
- Die Funkentelegraphie. Von Oberpostpraktikant S. Thurn. Mit 53 Illustr. (Bd. 167.)
- Nautik. Von Dir. Dr. J. Möller. Mit 58 Fig. (Bd. 255.)
- Die Luftschiffahrt, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von Dr. R. Rimpfähr. 2. Aufl. Mit 42 Abb. (Bd. 300.)
- Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. W. Brück. Mit 155 Abb. (Bd. 108.)
- Seizung und Küftung. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

**Industrielle Feuerungsanlagen und Dampf-  
kessel.** Von Ingenieur F. E. Mayer.  
(Bd. 348.)

**Die Uhr.** Von Reg.-Bauführer a. D. S.  
Bock. Mit 47 Abb. (Bd. 216.)

**Wie ein Buch entsteht.** Von Prof. A. W.  
Unger. 3. Aufl. Mit 7 Taf. u. 26 Abb.  
(Bd. 175.)

**Einführung in die Gemische Wissenschaft.**  
Von Prof. Dr. W. Böb. Mit 16 Fig.  
(Bd. 264.)

**Bilder aus der Gemischen Technik.** Von  
Dr. A. Müller. Mit 24 Abb. (Bd. 191.)

**Der Luftstickstoff und seine Verwertung.**  
Von Prof. Dr. K. Kaiser. Mit 13 Abb.  
(Bd. 313.)

**Agrikulturchemie.** Von Dr. P. Krijsche.  
Mit 21 Abb. (Bd. 314.)

**Die Bierbrauerei.** Von Dr. A. Bau. Mit  
47 Abb. (Bd. 333.)

**Chemie und Technologie der Sprengstoffe.**  
Von Prof. Dr. K. Biedermann. Mit  
15 Fig. (Bd. 286.)

**Photochemie.** Von Prof. Dr. G. Küm-  
mell. Mit 23 Abb. (Bd. 227.)

**Die Kinematographie.** Von Dr. S. Lehmann.  
(Bd. 358.)

**Elektrochemie.** Von Prof. Dr. K. Arndt.  
Mit 38 Abb. (Bd. 234.)

**Die Naturwissenschaften im Haushalt.** Von  
Dr. F. Bongardt. 2 Bde. Mit zahlr.  
Abb. (Bd. 125, 126.)

I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die  
Gesundheit der Familie? Mit 31 Abb.  
(Bd. 125.) II. Teil: Wie sorgt die Haus-  
frau für gute Nahrung? Mit 17 Abb.  
(Bd. 126.)

**Chemie in Küche und Haus.** Von weil.  
Prof. Dr. G. Abel. 2. Aufl. von Dr.  
F. Klein. Mit 1 Doppeltafel. (Bd. 76.)

# Die Kultur der Gegenwart ihre Entwicklung und ihre Ziele

Herausgegeben von Professor Paul Hinneberg

Von Teil I und II sind erschienen:

## Teil I. Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Abt. 1: Gegenwart.

Bearb. von: W. Lexis, Fr. Paulsen, G. Schöppa, G. Kerschens-  
steiner, A. Matthias, H. Gaudig, W. v. Dyck, E. Pallat, K. Kraepelin,  
J. Lessing, O. N. Witt, P. Schlenther, G. Göhler, K. Bücher, R. Pietschmann, F. Milkau,  
H. Diels. 2. Aufl. (XIV u. 716 S.) Lex.-8. 1912. Geh. M. 18.—, in Leinwand geb. M. 20.—

„Die berufensten Fachleute reden über ihr Spezialgebiet in künstlerisch so hoch-  
stehender, dabei dem Denkenden so leicht zugehender Sprache, zudem mit einer solchen  
Konzentration der Gedanken, daß Seite für Seite nicht nur hohen künstlerischen Genuß  
verschafft, sondern einen Einblick in die Einzelgebiete verstatet, der an Intensität kaum  
von einem anderen Werke übertroffen werden könnte.“ (Nationalzeitung, Basel.)

## Teil I. Die orientalischen Religionen. Bearb. von: E. Lehmann, Abt. 3, I: A. Erman, C. Bezold, H.

Oldenberg, J. Goldziher, A. Grünwedel, J. J. M. de Groot, K. Florenz, H. Haas.  
(VII u. 267 S.) Lex.-8. 1906. Geh. M. 7.—, in Leinwand geb. M. 9.—

„Auch dieser Band des gelehrten Werkes ist zu inhaltvoll und zu vielseitig, um  
auf kurzem Raum gewürdigt werden zu können. Auch er kommt den Interessen des  
bildungsbedürftigen Publikums und der Gelehrtenwelt in gleichem Maße entgegen. . . .  
Die Zahl und der Klang der Namen aller beteiligten Autoren bürgen dafür, daß ein jeder  
nur vom Besten das Beste zu geben bemüht war.“ (Berliner Tageblatt.)

## Teil I. Geschichte der christlichen Religion. Mit Einleitung: Die Abt. 4, I: israelitisch-jü-

dische Religion. Bearbeitet von J. Wellhausen, A. Jülicher, A. Harnack,  
N. Bonwetsch, K. Müller, A. Ehrhard, E. Troeltsch. 2., stark vermehrte und verbesserte  
Auflage. (X u. 792 S.) Lex.-8. 1909. Geh. M. 18.—, in Leinwand geb. M. 20.—

# Die Kultur der Gegenwart

Teil I. **Systematische christliche Religion.** Bearbeitet von: E. Troeltsch, J. Pohle,

Abt. 4. II: J. Mausbach, C. Krieg, W. Herrmann, R. Seeberg, W. Faber, H. J. Holtzmann. 2., verb. Auflage. (VIII u. 279 S.) Lex.-8. 1909. Geh. M. 6.60, in Leinwand geb. M. 8.—  
„... Die Arbeiten des ersten Teiles sind sämtlich, dafür bürgt schon der Name der Verfasser, ersten Ranges. Am meisten Aufsehen zu machen verspricht Troeltsch, Aufriß der Geschichte des Protestantismus und seiner Bedeutung für die moderne Kultur. ... Alles in allem, der vorliegende Band legt Zeugnis ab dafür, welche bedeutende Rolle für die Kultur der Gegenwart Christentum und Religion spielen.“ (Zeitschr. f. Kirchengeschichte.)

Teil I. **Allgemeine Geschichte der Philosophie.** Bearbeitet v.: W. Wundt,

Abt. 5: H. Oldenberg, J. Goldziher, W. Grube, T. Jnouye, H. v. Arnim, Cl. Baeumker. W. Windelband. (VIII u. 572 S.) Lex.-8. 1909. Geh. M. 12.—, in Leinw. geb. M. 14.—  
„... Man wird nicht leicht ein Buch finden, das, wie die ‚Allgemeine Geschichte der Philosophie‘ von einem gleich hohen überblickenden und umfassenden Standpunkt aus, mit gleicher Klarheit und Tiefe und dabei in fesselnder Darstellung eine Geschichte der Philosophie von ihren Anfängen bei den primitiven Völkern bis in die Gegenwart und damit eine Geschichte des geistigen Lebens überhaupt gibt.“ (Zeitschrift f. lateinl. höh. Schulen.)

Teil I. **Systematische Philosophie.** Bearbeitet von: W. Dilthey, A. Riehl, W. Wundt, W. Ostwald,

Abt. 6: H. Ebbinghaus, R. Eucken, Fr. Paulsen, W. Münch, Th. Lipps. 2. Aufl. (X u. 435 S.) Lex.-8. 1908. Geh. M. 10.—, in Leinwand geb. M. 12.—

„Hinter dem Rücken jedes der philosophischen Forscher steht Kant, wie er die Welt in ihrer Totalität dachte und erlebte; der ‚neukantische‘, rationalisierte Kant scheint in den Hintergrund treten zu wollen, und in manchen Köpfen geht bereits das Licht des gesamten Wellebens auf.“ (Archiv für systematische Philosophie.)

„Um es gleich vorweg zu sagen: Von philosophischen Büchern, die sich einem außerhalb der engen Fachkreise stehenden Publikum anbieten, wüßte ich nichts Besseres zu nennen als diese Systematische Philosophie.“ (Pädagogische Zeitung.)

Teil I. **Die orientalischen Literaturen.** Bearbeitet von: E. Schmidt, A. Erman, C. Bezold, H. Gun-

Abt. 7: kel, Th. Nöldeke, M. J. de Goeje, R. Pischel, K. Geldner, P. Horn, F. N. Finck, W. Grube, K. Florenz. (IX u. 419 S.) Lex.-8. 1906. Geh. M. 10.—, in Leinw. geb. M. 12.—

„... So bildet dieser Band durch die Klarheit und Übersichtlichkeit der Anlage, Knappheit der Darstellung, Schönheit der Sprache ein in hohem Grade geeignetes Hilfsmittel zur Einführung in das Schrifttum der östlichen Völker, die gerade in den letzten Jahrzehnten unser Interesse auf sich gelenkt haben.“ (Leipziger Zeitung.)

Teil I. **Die griechische und lateinische Literatur und**

Abt. 8: **Sprache.** Bearbeitet von: U. v. Wilamowitz-Moellendorf, K. Krumbacher, J. Wackernagel, Fr. Leo, E. Norden, P. Skutsch. 3. Auflage. (VIII u. 582 S.) Lex.-8. 1912. Geh. M. 12.—, in Leinwand geb. M. 14.—

„Das sei allen sechs Beiträgen nachgerühmt, daß sie sich dem Zwecke des Gesamtwerkes in geradezu bewundernswerter Weise angepaßt haben: immer wieder wird des Lesers Blick auf die großen Zusammenhänge hingelenkt, die zwischen der klassischen Literatur und Sprache und unserer Kultur bestehen.“ (Byzantinische Zeitschrift.)

Teil I. **Die osteuropäischen Literaturen** und die slawischen Sprachen. Bearbeitet

Abt. 9: von: V. v. Jagić, A. Wesselovsky, A. Brückner, J. Máchal, M. Murko, A. Thumb, Fr. Riedl, E. Setälä, G. Suits, A. Bezzenberger, E. Wolter. (VIII u. 396 S.) Lex.-8. 1908. Geh. M. 10.—, in Leinwand geb. M. 12.—

„... Eingeleitet wird der Band mit einer ausgezeichneten Arbeit Jagićs über ‚Die slawischen Sprachen‘. Für den keiner slawischen Sprache kundigen Leser ist diese Einführung sehr wichtig. Ihr folgt eine Monographie der russischen Literatur aus der Feder des geistvollen Wesselovsky. Die südslawischen Literaturen von Murko sind hier in deutscher Sprache wohl erstmals zusammenfassend behandelt worden. Mit Wolters Abschnitt der lettischen Literatur schließt der verdienstvolle Band, der jedem unentbehrlich sein wird, der sich mit dem einschlägigen Schrifttum bekannt machen will.“ (Berliner Lokal-Anzeiger.)

# Die Kultur der Gegenwart

## Teil I, Die romanischen Literaturen und Sprachen

**Abt. 11, I:** mit Einschluß des Keltischen. Bearbeitet von: H. Zimmer, K. Meyer, L. Chr. Stern, H. Morf, W. Meyer-Lübke. (VIII u. 499 S.) Lex.-8. 1909. Geh. M. 12.—, in Leinw. geb. M. 14.— „Auch ein kühler Beurteiler wird diese Arbeit als ein Ereignis bezeichnen. . . Die Darstellung ist derart durchgearbeitet, daß sie in vielen Fällen auch der wissenschaftlichen Forschung als Grundlage dienen kann.“ (Jahrbuch für Zeit- u. Kulturgeschichte.)

## Teil II, Allgem. Verfassungs- u. Verwaltungsgeschichte.

**Abt. 2, I:** I. Hälfte. Bearb. v.: A. Vierkandt, L. Wenger, M. Hartmann, O. Franke, K. Rathgen, A. Luschin v. Ebengreuth. (VII u. 373 S.) Lex.-8. 1911. Geh. M. 10.—, in Leinw. geb. M. 12.—

Dieser Band behandelt, dem Charakter des Gesamtwerkes entsprechend, in großzügiger Darstellung aus der Feder der berufensten Fachleute die allgemein historische und kulturgeschichtlich wichtigen Tatsachen der Verfassungs- und Verwaltungsgeschichte und führt einerseits von den Anfängen bei den primitiven Völkern und den Völkern des orientalischen Altertums über die islamischen Staaten bis zu den modernen Verhältnissen in China und Japan, andererseits vom europäischen Altertum und den Germanen bis zum Untergang des römischen Reiches deutscher Nation.

**Teil II, Staat und Gesellschaft des Orients.** Bearbeitet von: A. Vierkandt, G. Maspero, M. Hartmann, O. Franke, K. Rathgen. [Unter der Presse.]

## Teil II, Staat und Gesellschaft der Griechen u. Römer.

**Abt. 4, I:** Bearbeitet von: U. v. Wilamowitz-Moellendorf, B. Niese. (VI u. 280 S.) Lex.-8. 1910. Geh. M. 8.—, in Leinwand geb. M. 10.—

„Ich habe noch keine Schrift von Wilamowitz gelesen, die im prinzipiellen den Leser so selten zum Widerspruch herausforderte wie diese. Dabei eine grandiose Arbeitsleistung und des Neuen und Geistreichen sehr vieles. . . Neben dem glänzenden Stil von Wilamowitz hat die schlichte Darstellung der Römerwelt durch B. Niese einen schweren Stand, den sie aber ehrenvoll behauptet. . .“ (Südwestdeutsche Schulblätter.)

## Teil II, Staat und Gesellschaft der neueren Zeit (bis zur

**Abt. 5, I:** schen Revolution). Bearbeitet von: F. v. Bezold, E. Gothein, R. Koser. (VI u. 349 S.) Lex.-8. 1908. Geheftet M. 9.—, in Leinwand geb. M. 11.—

„Wenn drei Historiker von solchem Range wie Bezold, Gothein und Koser sich dergestalt, daß jeder sein eigenstes Spezialgebiet bearbeitet, in die Behandlung eines Themas teilen, dürfen wir sicher sein, daß das Ergebnis vortrefflich ist. Dieser Band rechtfertigt solche Erwartung.“ (Literarisches Zentralblatt.)

## Teil II, Systematische Rechtswissenschaft. Bearbeitet von: R. Stammler, R. Sohm,

**Abt. 8:** K. Gareis, V. Ehrenberg, L. v. Bar, L. Seuffert, F. v. Liszt, W. Kahl, P. Laband, G. Anschütz, E. Bernatzik, F. v. Martitz. (X, LX u. 526 S.) Lex.-8. 1906. Geheftet M. 14.—, in Leinwand geb. M. 16.—

„. . . Es ist jedem Gebildeten, welcher das Bedürfnis empfindet, sich zusammenfassend über den gegenwärtigen Stand unserer Rechtswissenschaft im Verhältnis zur gesamten Kultur zu orientieren, die Anschaffung des Werkes warm zu empfehlen.“ (Blätt. f. Genossenschaftsw.)

## Teil II, Allgemeine Volkswirtschaftslehre. Von W. Lexis. (VI u. 259 S.)

**Abt. 10, I:** Lex.-8. 1910. Geh. M. 7.—, in Leinwand geb. M. 9.—

„. . . Ausgezeichnet durch Klarheit und Kürze der Definitionen, wird die ‚Allgemeine Volkswirtschaftslehre‘ von Lexis sicher zu einem der beliebtesten Einführungsbücher in die Volkswirtschaftslehre werden. Eine zum selbständigen Studium der Volkswirtschaftstheorie völlig ausreichende, den Leser zum starken Nachdenken anregende Schrift. . . Das Werk können wir allen volkswirtschaftlich-theoretisch interessierten Lesern warm empfehlen.“ (Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zucker-Industrie.)

Probeheft und Sonderprospekte umsonst und postfrei vom Verlag  
B. G. Teubner in Leipzig.

**Mathematische Bibliothek.** Gemeinverständliche Darstellungen aus der  
Elementar-Mathematik für Schule und Leben.  
Herausgegeben von Dr. W. Lietzmann und Dr. A. Witting. In Kleinoktavbändchen.  
Kartonierte je *M* —.80.

Zunächst sind erschienen:

1. E. Löffler, Ziffern und Ziffernsysteme der Kulturvölker in alter und neuer Zeit.
2. H. Wieleitner, der Begriff der Zahl in seiner logischen u. histor. Entwicklung. Mit 10 Figuren.
3. W. Lietzmann, der pythagoreische Lehrsatz mit einem Ausblick auf das Fermatsche Problem, Mit 44 Figuren.
4. O. Meißner, Wahrscheinlichkeitsrechnung nebst Anwendungen. Mit 6 Figuren.

**Encyklopädie der Elementar-Mathematik.** Ein Handbuch für  
Lehrer u. Studierende  
von H. Weber und J. Wellstein, Professoren an der Universität Straßburg. In 3 Bänden.  
gr. 8. In Leinwand geb.

- I. Elementare Algebra und Analysis. Bearb. von H. Weber. 3. Aufl. Mit 40 Fig. 1909. *M* 10.—
- II. Elemente der Geometrie. Bearbeitet von H. Weber, J. Wellstein und W. Jacobsthal. 2. Auflage Mit 251 Figuren. 1907. *M* 12.—
- III. Angewandte Elementar-Mathematik. 2. Auflage. I. Teil: Mathematische Physik. Mit einem Buch über Maxima und Minima von H. Weber und J. Wellstein. Bearbeitet von Rudolph H. Weber, Professor in Rostock. Mit 254 Figuren. 1910. *M* 12.—  
II. Teil: Praktische Mathematik und Astronomie. [Unter der Presse.]

**Grundlehren der Mathematik.** In 2 Teilen. Mit vielen Figuren. gr. 8.  
In Leinwand geb.

- I. Teil: Die Grundlehren der Arithmetik und Algebra. Bearbeitet von E. Netto und C. Färber. 2 Bände.  
I. Band: Arithmetik. Von Prof. Dr. C. Färber in Berlin. Mit 9 Figuren. 1911. *M* 9.—  
II. Band: Algebra. Von Prof. E. Netto in Gießen. [In Vorbereitung.]
- II. Teil: Die Grundlehren der Geometrie. Bearb. von W. Frz. Meyer u. H. Thieme. 2 Bände.  
I. Band: Die Elemente der Geometrie. Bearbeitet von Prof. Dr. H. Thieme, Direktor des Realgymnasiums zu Bromberg. Mit 323 Figuren. 1909. *M* 9.—  
II. Band. [In Vorbereitung.]

**Elemente der Mathematik.** Von Prof. Dr. E. Borel. Deutsche Ausgabe von  
Dr. P. Stäckel, Professor an der Techn. Hochschule in Karlsruhe. In 2 Bänden. gr. 8. In Leinwand geb.

- I. Band: Arithmetik und Algebra. Mit 57 Figuren und 3 Tafeln. 1908. *M* 8.60.
- II. Band: Geometrie. Mit 403 Figuren. 1909. *M* 6.40.

**Elemente der Mathematik.** Von J. Tannery, Professor an der Universität  
Paris. Deutsche Ausgabe von Dr. P. Klaff  
in Echternach. Mit einem Einführungswort von F. Klein. gr. 8. 1909. Geh. *M* 7.—,  
in Leinwand geb. *M* 8.—

**Taschenbuch für Mathematiker und Physiker.** Unter Mitwirk.  
zahlreich. Fach-  
gelehrter herausgegeben von F. Auerbach und R. Rothe. II. Jahrgang 1910/11. Mit einem  
Bildnis H. Minkowskis. 8. 1912. In Leinwand geb. *M* 7.—

**Die Elemente der analytischen Geometrie.** Von Dr. H. Ganter, Prof. an der Kanton-  
schule zu Aarau, und Dr. F. Rudio, Professor am Polytechnikum zu Zürich. Mit zahl-  
reichen Übungsbeispielen. gr. 8. In 2 Teilen. In Leinwand geb. je *M* 3.—

- I. Die analytische Geometrie der Ebene. 7., verbesserte Auflage. Mit 53 Figuren. 1910.
- II. Die analytische Geometrie des Raumes. 4., verbesserte Auflage. Mit 20 Figuren. 1908.

## Zur Biologie · Botanik · Zoologie

**Die Fundamente der Entstehung der Arten.** Zwei in den Jahren 1842 und 1844 verfaßte Essays. Von Charles Darwin. Hrsg. von seinem Sohn Francis Darwin. Dtsch. Übersetzung v. Maria Semon. Geh. M. 4.—, in Leinw. geb. M. 5.—

Man findet in diesen Fundamenten die Keime zur Entstehung der Arten, zu fast allen späteren Werken Darwins deutlich vorgebildet.

**Experimentelle Zoologie.** Von Th. Hunt Morgan, Deutsche autorisierte und verb. Ausgabe von H. Rhumbler. Mit zahlr. Abb. Geh. M. 11.—, in Leinw. geb. M. 12.—

**Das Verhalten der niederen Organismen unter natürlichen und experiment. Bedingungen.** Von H. S. Jennings. Deutsch von Dr. E. Mangold. Mit 144 Fig. Geh. M. 9.—, in Leinwand geb. M. 10.—

„...Der klare und durchsichtige Aufbau der Gedankengänge, die sorgfältigen Zusammenfassungen in den einzelnen Abschnitten und die ansprechende Darstellung sind geeignet, das Verständnis für eine Reihe komplizierter Fragen auch in weitere, naturwissenschaftlich denkende Kreise zu tragen...“ (Botanische Zeitung.)

**Lebensweise und Organisation.** Von Prof. Dr. P. Deegener, Privatdoz. an der Universität Berlin. Eine Einführung in die Biologie der wirbellosen Tiere. Mit 154 Abb. gr. 8. In Leinw. geb. M. 6.—

Das vorliegende Buch ist von einem bestimmten theoretischen Standpunkt aus geschrieben, ohne doch in einer Theorie zu gipfeln. Es will dem selbstdenkenden Leser Materialien an die Hand geben, ein eigenes, begründetes Urteil zu gewinnen, und enthält sich daher tunlichst breiter theoretischer Darlegungen.

**Blumen und Insekten, ihre Anpassung aneinander und ihre gegenseitige Abhängigkeit.** Von Prof. Dr. O. v. Kirchner. Mit 2 Taf. u. 159 Fig. Geh. M. 6.60, in Leinw. geb. M. 7.50.

**Instinkt und Gewohnheit.** Von T. Lloyd Morgan, F.R.S. Autoris. deutsche Übersetzung von M. Semon. Geh. M. 5.—, in Leinw. geb. M. 6.—

„Dieses sehr beachtenswerte Werk ist so flott übersetzt worden, daß seine Lektüre ein wahrer Genuß ist. Auch der naturwissenschaftlich interessierte Laie wird unbedingt auf seine Kosten kommen.“ (Münchener Neueste Nachr.)

**Einführung in die Biologie.** Von Dr. K. Kraepelin. 2. Aufl. Mit 303 Abb., 5 farbigen Taf. u. 2 Karten. In Leinw. geb. M. 4.—

„Jeder, der naturwissenschaftlicher Betrachtungsweise nicht völlig abgeneigt ist und der die elementaren Vorkenntnisse dazu mitbringt, wird in diesem Buche mit hohem Genuß und Nutzen lesen...“ (Dtsch. Literaturztg.)

**Blütengeheimnisse.** Eine Blütenbiologie in Einzelbildern. Von Prof. Dr. Georg Worgitzky. Mit 47 Abb., u. 1 farb. Tafel von P. Slanderky. 2., verm. Aufl. In Leinw. geb. M. 3.—

„Ein vortreffliches und reizend illustriertes kleines Buch, das allen Freunden der Pflanzenwelt willkommen sein wird...“ (Gaeta.)

**Naturgeschichte für die Großstadt.** Von W. Pfalz. 2 Teile in Leinwand geb. je M. 3.—

I. Teil: Tiere u. Pflanzen der Straßen, Plätze, Anlagen, Gärten und Wohnungen. Mit 50 Federzeichnungen.  
II. Teil: Aquarium und Terrarium, Pflanzen der Gärten, Wohnungen, Anlagen und des Palmenhauses. Mit 54 Federzeichnungen.

**Botanisch-Geologische Spaziergänge i. d. Umgebung v. Berlin.** Von Dr. W. Gothan. Mit 23 Figur. Geh. M. 1.80, in Leinw. geb. M. 2.40.

**Unsere Pflanzen.** Ihre Namensklärung und ihre Stellung in der Mythologie und im Volksaberglauben. Von Dr. Franz Söhns. 4. Auflage. Mit Buchschmuck von J. V. Cissarz. In Leinwand geb. M. 3.—

**Mittelmeerbilder.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Theobald Fischer. Gesammelte Abhandlungen zur Kunde der Mittelmeerländer. Geb. M. 7.—  
Neue Folge. Mit 8 Karten. Geb. M. 7.—

„... Ein Meister länderkundlicher Darstellung spricht hier zu uns, aber in einer Sprache, die sich bei allem wissenschaftlichen Ernst doch immer in den Grenzen allgemeiner Verständlichkeit und allgemeinen Interesses hält.“

(Deutsche Literaturzeitung.)

**Das Mittelmeergebiet.** Von Dr. A. Philippson. Seine geographische und kulturelle Eigenart. 2. Aufl. Mit 9 Fig. im Text, 13 Ansichten u. 10 Karten auf 15 Tafeln. Geb. . . . . M. 7.—

„Von dem höchsten Standpunkte aus, auf den die heutige Wissenschaft den Forscher zu stellen vermag, läßt der Verfasser seinen Leser die unendliche, von nicht auszugenießenden Reizen verklärte Mannigfaltigkeit der Naturscheinungen am Mittelmeer überschauen.“

(Norddeutsche Allgemeine Zeitung.)

**Ostasiensfahrt.** Von Professor Dr. Franz Doflein. Erlebnisse und Beobachtungen eines Naturforschers in China, Japan und Ceylon. Mit zahlr. Abbild. und Karten. Geb. M. 13.—

„... Dofleins Ostasiensfahrt gehört zu den allerersten Reiseschilderungen, die Ref. überhaupt kennt. Es liegt eine solche Fülle feinsten Natur- und Menschenbeobachtung in dem Wert, über das Ganze ist ein solcher Zauber künstlerischer Auffassung gegossen, daß das Ganze nicht wie eine Reisebeschreibung wirkt, sondern wie ein Kunstwerk.“ (Die Zuschauer.)

**Die Polarwelt und ihre Nachbarländer.** Von Professor Dr. Otto Nordenskjöld. Mit 77 Abbildungen. Geb. . . . . M. 8.—

**Weltreisebilder.** Von Julius Meurer. Mit 116 Abb. sowie einer Weltkarte. Geb. . . . . M. 9.—

„... Ich möchte behaupten, daß der ‚Meurer‘ unter Umständen bessere Dienste tun kann als der ‚Baedeker‘.“ (Die Zeit.)

**Lehrbuch der Physik.** Von E. Grimsehil. Große Ausgabe. 2. Auflage. Mit 1296 Fig., 2 farb. Tafeln u. einem Anhang, enthaltend Tabellen physikalischer Konstanten und Zahlentabellen. gr. 8. 1912. Geh. M. 15.—, in Leinw. geb. M. 16.—

„Auch der gebildete Laie, der das Bedürfnis hat, auf Grund einer guten naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung seine physikalischen Kenntnisse zu vertiefen, wird das Buch mit Nutzen verwenden können. .... Mit einem Worte, das Buch verdient in wissenschaftlicher, methodischer und didaktischer Hinsicht volle Anerkennung.“ (Natur und Erziehung.)

**Populäre Astrophysik.** Von Dr. J. Scheiner. 2., ergänzte Auflage. Mit 30 Tafeln und 210 Figuren. gr. 8. 1912. In Leinw. geb. M. 14.—

„... Und soweit es überhaupt möglich ist, dem Laien einen Einblick in diese schwierige Materie zu erschließen, dürfte der Verfasser seine Aufgabe mit großer Geschicklichkeit gelöst haben. Der Vortrag Scheiners ist populärwissenschaftlich im besten Sinne: klar, eindringlich, frei von allen jetzt üblichen Mätzchen der naturwissenschaftlichen Populärschriftstellerei. Vortreffliche Abbildungen unterstützen das Verständnis des vortrefflichen Textes.“ (Troytäfen.)

„Das Buch ist zum mindesten für den Laien zu einem Compendium der Astrophysik geworden. Sehr unterstützt wird der Text durch ein passend gewähltes und vorzüglich ausgeführtes Illustrationsmaterial.“ (Deutsche Literaturzeitung.)

**Experimentelle Elektrizitätslehre,** verbunden mit einer Einführung in die Maxwell'sche und die Elektronentheorie der Elektrizität und des Lichts. 2. Auflage. Mit 334 Abbildungen. gr. 8. 1910. In Leinwand geb. M. 12.—

„... Nur durch so echt wissenschaftliche Behandlung, also durch feste theoretische Fundierung, konnte auf so kleinem Raum so viel gebracht werden, und zwar so gebracht werden, daß man es bei der Lektüre wirklich ‚erlebt‘. Auch die prinzipiellen Seiten der technischen Anwendung sind sehr ausgiebig eingefügt, so daß das Buch gleichzeitig eine Einführung in die Elektrotechnik ist, wie es zurzeit kaum eine bessere in Deutschland gibt. Die Ausstattung ist dem Gehalte entsprechend.“ (S. Th. Simon in der Physikalischen Zeitschrift.)

## Wertvolle Jugendschriften

**Deutsches Märchenbuch.** Von Prof. Dr. Oskar Dähnhardt. Mit vielen Zeichnungen und farbigen Originallithographien von E. Kuitman und K. Mühlmeister. 2 Bände. [I. Band. 2. Auflage.] Geb. je M. 2.20.

**Naturgeschichtliche Volksmärchen.** Von Prof. Dr. Oskar Dähnhardt. 2 Bände. 3. Aufl. Mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim. Geb. je M. 2.40.

**Schwänke aus aller Welt.** Herausg. von Prof. Dr. Oskar Dähnhardt. Mit 52 Original-Abbildungen von A. Kolb. Geb. M. 3.—

**Unsere Jungs.** Von F. Gansberg und H. Eildermann. Geschichten für Stadtkinder. 2. Aufl. Geb. M. 1.50.

**Deutsche Heldensagen.** Von K. H. Keß. 2. Auflage von Dr. B. Busse. Mit Künstler-Steinzeichnungen von R. Engels. 2 Bände. Geb. je M. 3.—

**Die Sagen des klassischen Altertums.** Von H. W. Stoll. 6. Auflage. Neu bearbeitet von Dr. H. Lamer. 2 Bände mit 79 Abbildungen. Geb. je M. 3.60, in einem Bande M. 6.—

**Die Götter des klassischen Altertums.** Von H. W. Stoll. 8. Auflage. Neu bearbeitet von Dr. H. Lamer. Geb. M. 4.50.

**Karl Kraepelins Naturstudien** (m. Zeichnungen v. O. Schwindrazheim). Im Hause (4. Aufl. Geb. M. 3.20); in Wald und Feld (3. Auflage. Geb. M. 3.60); in der Sommerfrische (Reiseplaudereien. 2. Auflage. Geb. M. 3.60); in fernen Zonen (Plaudereien in der Dämmerstunde. Geb. M. 3.60). Volksausgabe (Vom Hamburger Jugendschriften-Ausfuß ausgewählt). 2. Auflage. Geb. M. 1.—

**Streifzüge durch Wald und Flur.** Eine Anleitung zur Beobachtung der heimischen Natur in Monatsbildern. Von Prof. Bernh. Landsberg. 4. Auflage. Mit 83 Abbildungen. Geb. M. 5.—

**Hinaus in die Ferne!** Zwei Wanderschaften deutscher Jungen durch deutsche Lande, erzählt von Dr. E. Neuendorff. Geb. M. 3.20.

**Natur-Paradoxe.** Von Dr. C. Schäffer. 2. Auflage. Mit 3 Tafeln und 79 Abbildungen. Geb. M. 3.—

**Der kleine Geometer.** Von G. C. und W. H. Young. Deutsch von S. und F. Bernstein. Mit 127 Abbildungen. Geb. M. 3.—

**Naturwissenschaftliche Schülerbibliothek.** Von Dr. Bastian Schmid. In dauerhaften Oktavbänden mit vielen Abbildungen. Preis eines jeden Bandes, wenn nicht anders angegeben, in Leinwand geb. M. 3.—

1—2. Physikalisches Experimentierbuch. Von H. Rebenstorff. 2 Teile. 3. An der See. Von Dr. P. Dahms. 4. Große Physiker. Von Dr. H. Keferstein. 5. Himmelsbeobachtung mit blohem Auge. Von Fr. Rujch. M. 3.50. 6—7. Geologisches Wanderbuch. Von K. G. Volk. 2 Teile. I. Teil M. 4.—. 8. Küstenwanderungen. Von Dr. V. Franz. 9. Anleitung zu photographischen Naturaufnahmen. Von G. E. F. Schulz. 10. Die Luftschiffahrt. Von Dr. R. Nimführ. 11. Vom Einbaum zum Linienschiff. Von K. Radunz. 12. Vegetationsbilderungen. Von Dr. P. Graebner. 13. An der Werkbank. Von E. Gscheidl. 14—15. Chemisches Experimentierbuch. Von Dr. K. Scheid. 2 Teile. I. Teil. 3. Auflage. II. Teil. Oberstufe in Vorbereitung. — Weitere Bände befinden sich in Vorbereitung.



# Schaffen und Schauen

Zweite Auflage *Ein Führer ins Leben* Zweite Auflage

1. Band:

Von deutscher Art  
und Arbeit



2. Band:

Des Menschen Sein  
und Werden

Unter Mitwirkung von

R. Bürtner · J. Cohn · H. Dade · R. Deutsch · A. Dominicus · K. Dove · E. Fuchs  
P. Klopfer · E. Koerber · O. Lyon · E. Maier · Gustav Maier · E. v. Malzbahn  
† A. v. Reinhardt · S. A. Schmidt · O. Schnabel · G. Schwamborn  
G. Steinhäuser · E. Teichmann · A. Thimm · E. Wentscher · A. Witting  
G. Wolff · Th. Zielinski Mit 8 allegorischen Zeichnungen von Alois Kolb

Jeder Band in Leinwand gebunden M. 5.—

**Nach übereinstimmendem Urteile** von Männern des öffentlichen Lebens und der Schule, von Zeitungen und Zeitschriften der verschiedensten Richtungen löst „Schaffen und Schauen“ in erfolgreichster Weise die Aufgabe, die deutsche Jugend in die Wirklichkeit des Lebens einzuführen und sie doch in idealem Lichte sehen zu lehren.

**Bei der Wahl des Berufes** hat sich „Schaffen und Schauen“ als ein weitblickender Berater bewährt, der einen Überblick gewinnen läßt über all die Kräfte, die das Leben unseres Volkes und des Einzelnen in Staat, Wirtschaft und Technik, in Wissenschaft, Weltanschauung und Kunst bestimmen.

**Zu tüchtigen Bürgern** unsere gebildete deutsche Jugend werden zu lassen, kann „Schaffen und Schauen“ helfen, weil es nicht Kenntnis der Formen, sondern Einblick in das Wesen und Einsicht in die inneren Zusammenhänge unseres nationalen Lebens gibt und zeigt, wie mit ihm das Leben des Einzelnen aufs engste verflochten ist.

**Im ersten Bande** werden das deutsche Land als Boden deutscher Kultur, das deutsche Volk in seiner Eigenart, das Deutsche Reich in seinem Werden, die deutsche Volkswirtschaft nach ihren Grundlagen und in ihren wichtigsten Zweigen, der Staat und seine Aufgaben, für Wehr und Recht, für Bildung wie für Förderung und Ordnung des sozialen Lebens zu sorgen, die bedeutendsten wirtschaftspolitischen Fragen und die wesentlichsten staatsbürgerlichen Bestrebungen, endlich die wichtigsten Berufsarten behandelt.

**Im zweiten Bande** werden erörtert die Stellung des Menschen in der Natur, die Grundbedingungen und Äußerungen seines Leiblichen und seines geistigen Daseins, das Werden unserer geistigen Kultur, Wesen und Aufgaben der wissenschaftlichen Forschung im allgemeinen wie der Geistes- und Naturwissenschaften im besonderen, die Bedeutung der Philosophie, Religion und Kunst als Erfüllung tiefwurzelnder menschlicher Lebensbedürfnisse und endlich zusammenfassend die Gestaltung der Lebensführung auf den in dem Werke dargestellten Grundlagen.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

**Dr. R. Hesse**

und

**Dr. F. Doflein**

Professor an der Landwirtschaftlichen  
Hochschule in Berlin

Professor a. d. Universität u. II. Direktor  
der Zoolog. Staatsammlung München

# Tierbau und Tierleben in ihrem Zusammenhang betrachtet

2 Bände. Lex.-8.

Mit Abbildungen und Tafeln in Schwarz-, Bunt- und Lichtdruck.

In Original-Ganzleinen geb. je M. 20.—,

in Original-Halbfranz je M. 22.—.

- I. Band: **Der Tierkörper als selbständiger Organismus.**  
Von R. Hesse. Mit 480 Abbild. u. 15 Tafeln. [XVII u. 789 S.] 1910.
- II. Band: **Das Tier als Glied des Naturganzen.** Von F. Doflein. [Erscheint im Frühjahr 1912.]

## Aus den Besprechungen:

„... Das großangelegte und mit äußerster Gediegenheit gearbeitete Werk bringt uns endlich die längst zum Bedürfnis gewordene umfassende Darstellung des Tierreiches vom biologischen Standpunkte: die allseitige Darstellung des Zusammenhangs, welcher zwischen der Form eines Tieres und seiner Lebensweise, dem Bau eines Organs und seiner Tätigkeit besteht... Ergatte Wissenschaftlichkeit verbindet sich hier mit klarster Darstellung und sachlicher Behandlung der angechnittenen Probleme. Und muster-gültig wie der Text sind auch die Illustrationen und die Ausstattung des Buches, das in Wahrheit ein 'schönes' Werk ist.“  
(Die Propyläen.)

„... Der erste Band von R. Hesse liegt vor, in prächtiger Ausstattung und mit so gebiegem Inhalt, daß wir dem Verfasser für die Bewältigung seiner schwierigen Aufgabe aufrichtig dankbar sind. Jeder Zoologe und jeder Freund der Tierwelt wird dieses Werk mit Vergnügen studieren, denn die moderne zoologische Literatur weist kein Werk auf, welches in dieser großzügigen Weise alle Seiten des tierischen Organismus so eingehend behandelt. Hesses Werk wird sich bald einen Ehrenplatz in jeder biologischen Bibliothek erobern.“  
(L. Plate im Archiv f. Rassen- u. Gesellsch.-Biologie.)

„... War Brehms Tierleben die reichillustrierte Bibel, mit deren Hilfe das deutsche Volk das Buchstabieren im großen, lebendigen Buche der Natur erkennen sollte, so könnten wir das Hesse-Dofleinsche Werk eine naturwissenschaftliche Bibel nennen, ein Volkslehrbuch, das nicht nur gelesen, sondern Seite für Seite ernstlich studiert sein will.“  
(Verh. S. S. zool. bot. Gesellschaft, Wien.)

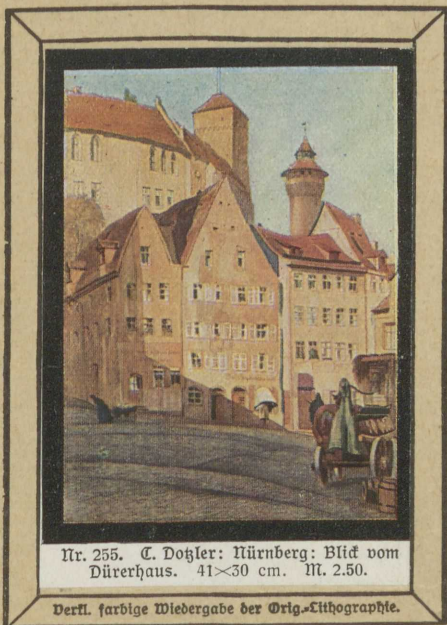
„... Eine Zierde unserer naturwissenschaftlichen Literatur! Wir können das Werk seiner Originalität und seiner Vorzüge wegen nur warm empfehlen. Ganz besonders aber begrüßen wir sein Erscheinen auch im Interesse des naturgeschichtlichen Unterrichts. Mancher Lehrer ist in Verlegenheit, wo er sich das beste Material aus dem Gebiete der Tierkunde holen soll, da die Literatur immer mehr anschwimmt. Hier bietet sich eine Sündgrube des dankbarsten und anregendsten Unterrichtsstoffes.“  
(Professor G. Keller in der Neuen Zürcher Zeitung.)

„Ein Werk, das freudiges Aufsehen erregen muß... Nicht im Sinne der landläufigen populär-wissenschaftlichen Bücher und Schriften, sondern wie ein Lehrer, der den Naturfreund ohne aufdringliche Gelehrsamkeit, aber doch in durchaus wissenschaftlichem Ernste behandelt, so wirkt Hesse in diesem Buch, das nicht warm genug empfohlen werden kann. Es wird mit seinen zahlreichen durchweg neuen Illustrationen, mit seinen vielen, auch den gebildeten Laien noch unbekanntem Einzelforschungen und Aufschlüssen moderner Wissenschaft zu einem Buche werden müssen, das überall neben dem Brehm stehen soll.“  
(Samburger Fremdenblatt.)

**Ausführl. Prospekt vom Verlag B. G. Teubner in Leipzig.**

**Künstlerischer Wandschmuck für das deutsche Haus**

**B. G. Teubners farbige Künstler-Steinzeichnungen** (Original-Lithographien) entsprechen allein vollwertig Original-Gemälden. Keine Reproduktion kann ihnen gleichkommen an künstlerischem Wert. Sie bilden den schönsten Zimmerschmuck und behaupten sich in vornehm ausgestatteten Räumen ebensogut, wie sie das einfachste Wohnzimmer schmücken.



„Von den Bilder-Unternehmungen der letzten Jahre, die der neuen ‚ästhetischen Bewegung‘ entsprungen sind, begrüßen wir eins mit ganz ungetrübter Freude: den ‚künstlerischen Wandschmuck für Schule und Haus‘, den die Firma B. G. Teubner in Leipzig herausgibt. Wir haben hier wirklich einmal ein aus warmer Liebe zur guten Sache mit rechtem Verständnis in ehrlichem Bemühen geschaffenes Unternehmen vor uns. Fördern wir es, ihm und uns zu Nutz, nach Kräften!“ (Kunstwart.)

**Vollständiger Katalog** der Künstler-Steinzeichnungen mit farbiger Wiedergabe von ca. 180 Blättern gegen Einsend. von 40 Pf. (Ausland 50 Pf.) vom Verlag B. G. Teubner, Leipzig, Poststr. 3

Biblioteka Główna  
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu  
Technologicznego w Szczecinie.  
CZ-I.396



100-000396-00-0

ARCHIWALIA