

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw.

~~369~~

399

Geisteswelt

verständlicher Darstellungen

R. Vater

# Die Dampfmaschine

II



Verlag von B. G. Teubner in Leipzig

# 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.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295883

Jedes Bändchen

Leipzig

und  
ich

unden M. 1.25

. Teubner

## Angewandte Naturwissenschaft. Technik.

Die Naturwissenschaften im Haushalt. Von Dr. J. Bengardt. 2 Bde. Mit zahlreichen Abb. (Bd. 125, 126, auch in 1 Bd. geb.)

I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die Gesundheit der Familie? Mit 31 Abb. (Bd. 125.)

II. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für gute Nahrung? Mit 17 Abbildungen. (Bd. 126.)

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

Die Schmucksteine und die Schmuckstein-Industrie. Von Dr. A. Eppeler. Mit 64 Abb. (Bd. 376.)

Das Holz und seine Bearbeitung. Von Joh. Großmann. (Bd. 445.)

Das Leder, seine Erzeugung und Verwendung. Von Dr. L. Jablonski. (Bd. 446.)

Die Spinnerei. Von Dir. Prof. M. Lehmann. Mit Abb. (Bd. 338.)

Weinbau und Weinbereitung. Von Dr. F. Schmitthenner. (Bd. 332.)

Die Bierbrauerei. Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 335.)

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

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

Photochemie. Von Prof. Dr. G. Kümmeil. Mit 23 Abb. (Bd. 227.)

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

Heizung und Lüftung. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abbildungen. (Bd. 241.)

Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. W. Brüsck. Mit 155 Abb. (Bd. 108.)

---

Am laufenden Webstuhl der Zeit. Von Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl. Mit 16 Abb. (Bd. 23.)

Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von Baurat K. Merckel. Mit 43 Abb. (Bd. 60.)

Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Baurat K. Merckel. 2. Aufl. Mit 55 Abb. (Bd. 28.)

Maschinenelemente. Von Prof. R. Vater. Mit 184 Abb. (Bd. 301.)

Die Dampfmaschine I: Wirkungsweise des Dampfes in Kessel und Maschine. Von Prof. R. Vater. 3. Aufl. Mit 45 Abb. (Bd. 393.)

Die Dampfmaschine II: Ihre Gestaltung und ihre Verwendung. Von Prof. R. Vater. Mit Abb. (Bd. 394.)

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

Die neueren Wärmekraftmaschinen I: Einführung in die Theorie und den Bau der Maschinen für gasförmige und flüssige Brennstoffe. Von Prof. R. Vater. 4. Aufl. Mit 33 Abb. (Bd. 21.)

Die neueren Wärmekraftmaschinen II: Gasmaschinen, Gas- und Dampfturbinen. Von Prof. R. Vater. 3. Aufl. Mit 48 Abb. (Bd. 86.)

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

- Die elektrische Kraftübertragung. Von Ingenieur P. Köhn. (Bd. 424.)
- Die Wirtschaftlichkeit der Kraftanlagen. Von M. Gerde. (Bd. 425.)
- Landwirtschaftliche Maschinenkunde. Von Prof. Dr. G. Fischer. Mit 62 Abb. (Bd. 316.)
- Hebezeuge. Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Prof. R. Vater. Mit 67 Abb. (Bd. 196.)
- Die technische Entwicklung der Eisenbahnen der Gegenwart. Von Eisenbahn- bau- und Betriebsinspektor a. D. E. Biedermann. 2. Aufl. Mit zahlreichen Abb. (Bd. 144.)
- Die Klein- und Straßenbahnen. Von Oberingenieur a. D. A. Liebmann. Mit 85 Abb. (Bd. 322.)
- Grundlagen der Elektrotechnik. Von Dr. A. Roth. Mit 72 Abb. (Bd. 391.)
- Die Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Von Tele- grapheninspektor H. Brück. Mit 58 Abb. (Bd. 235.)
- Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik. Von Telegrapheninspektor H. Brück. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)
- Die Funkentelegraphie. Von Oberpostpraktikant H. Thurn. Mit 53 Illustr. 2. Aufl. (Bd. 167.)
- Nautik. Von Dir. Dr. J. Möller. Mit 58 Fig. (Bd. 255.)
- Das Kriegsschiff. Von Geh. Marinebaurat Krieger. (Bd. 389.)
- Die Luftfahrt, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von Dr. R. Nimführ. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 300.)
- Das Automobil. Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraft- wagens. Von Ingenieur K. Blau. 2. Aufl. Mit 83 Abb. (Bd. 166.)
- Bilder aus der chemischen Technik. Von Dr. A. Müller. Mit 24 Abbild. (Bd. 191.)
- Chemie und Technologie der Sprengstoffe. Von Prof. Dr. R. Biedermann. Mit 15 Fig. (Bd. 286.)
- Die Handfeuerwaffen. Ihre Entwicklung und Technik. Von Hauptmann R. Weiß. Mit 69 Abb. (Bd. 364.)
- Die Uhr. Von Reg.-Bauführer a. D. H. Boß. Mit 47 Abb. (Bd. 216.)
- Wie ein Buch entsteht. Von Prof. A. W. Unger. 3. Aufl. Mit 7 Tafeln und 26 Abb. (Bd. 175.)
- Die Photographie, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre Anwendung. Von Dr. O. Prelinger. (Bd. 414.)
- Die künstlerische Photographie. Von Dr. W. Warstat. Mit Abb. (Bd. 410.)
- Die Kinematographie. Von Dr. H. Lehmann. (Bd. 358.)
- Die Baustoffe des Hauses, ihre Eigenschaften, Verwendung und Erhaltung. Von Prof. M. Girndt. (Bd. 447.)
- Der Eisenbetonbau. Von Dipl.-Ing. E. Haimovici. Mit 81 Abb. (Bd. 275.)
- Häuserbau. Von Reg.-Baumeister a. D. G. Langen. (Bd. 433.)
- Die Kultur des Wohnhauses. Von Reg.-Baumeister a. D. G. Langen. (Bd. 434.)
- Das Eisenhüttenwesen. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. H. Wedding. 4. Aufl. Mit 15 Fig. (Bd. 20.)

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich = gemeinverständlicher Darstellungen

394. Bändchen

# Die Dampfmaschine

II

## Ihre Gestaltung und Verwendung

Von

Richard Vater

Geheimmem Bergrat

Professor an der Kgl. Bergakademie Berlin

Mit 95 Abbildungen  
und einer Tafel



W+1/25

Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1913



I 301555

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKOW

~~1369~~

Copyright 1913 by B. G. Teubner in Leipzig.

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechtes, vorbehalten.

BPK-B-99/2017

Akc. Nr.

3750149

## Vorwort.

Die Abfassung des vorliegenden kleinen Buches entspricht dem vielfach geäußerten Wunsche des Leserkreises dieser Sammlung. Die Aufgabe war nicht leicht, in dem gegebenen kleinen Rahmen eine Übersicht zu geben über die baulichen Einzelheiten und die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten der Kolbendampfmaschine; sie war auch nur zu lösen durch eine ungewöhnlich große Zahl mit Sorgfalt ausgewählter Abbildungen, welche noch dazu mit wenigen Ausnahmen theils nach eigenen Skizzen, theils nach Photographien eigens für dieses Buch angefertigt werden mußten. Ich bin der Verlagsbuchhandlung zu Danke verpflichtet, daß sie meine diesbezüglichen Wünsche in so entgegenkommender Weise erfüllt hat. Trotzdem steigen mir Bedenken auf, ob die Aufgabe wirklich in allen Abschnitten glücklich gelöst ist. Das Kapitel Steuerungen z. B. ist ja wohl das schwierigste der ganzen Dampfmaschinenlehre. Ob es mir gelungen ist, bei der unbedingt gebotenen Kürze einem größeren Leserkreise über diese Schwierigkeit hinwegzuhelfen, muß der Erfolg lehren. Wie schon der Titel besagt, ist das Buch eine Art Fortsetzung, besser gesagt Ergänzung des früher von mir in der gleichen Sammlung erschienenen Bändchens Dampfmaschine I. Ich habe mir aber Mühe gegeben, den Text so zu fassen, daß das Buch auch für sich allein gut verständlich ist.

Berlin=Grünwald, im Mai 1913.

R. Vater.

# Inhaltsübersicht.

Einleitung . . . . .	Seite 1
----------------------	------------

## Erster Abschnitt.

### Allgemeiner Aufbau der Dampfmaschine.

Erstes Kapitel: Die Zahl der Zylinder. . . . .	5
Einzylindermaschinen (5). Zwillingss- und Drillingsmaschinen (6). Reihenmaschinen (8). Maschinen mit mehrstufiger Dampfdehnung und getheilten Zylindern (10).	
Zweites Kapitel: Bauliche Gestaltung der Dampfmaschine. . . . .	12
Balanciermaschine (12). Stehende Maschinen (13). Liegende Ma- schinen (14). Maschinen mit schwingendem Zylinder (16). Stehend- liegende Maschinen (17).	

## Zweiter Abschnitt.

### Steuerungen.

Erstes Kapitel: Einleitende Betrachtungen . . . . .	18
Dampfverteilung (18). Der Begriff der unendlichen Schubstangen- länge (19). Kurbelschleife (20). Kurbel und Exzenter (21). Schie- ber und Ventile (21).	
Zweites Kapitel: Schiebersteuerungen . . . . .	22
Der Muschelschieber ohne Überdeckung (23). Der Schieber mit Überdeckungen (24). Dampfverteilung beim Muschelschieber (25). Eigenschaften des Muschelschiebers (27).	
Drittes Kapitel: Bauliche Abänderungen der einfachen Schieber- steuerung . . . . .	28
Rundschieber (28). Kolbenschieber (28). Schieber mit innerer Ein- strömung (29).	
Viertes Kapitel: Verbesserung der einfachen Schiebersteuerung . . . . .	30
Der Trick-Kanalschieber (30). Corliß-Steuerung (31).	
Fünftes Kapitel: Doppelschiebersteuerungen . . . . .	31
Meyer-Steuerung (32), Rider-Steuerung (34).	
Sechstes Kapitel: Ventilsteuerungen . . . . .	35
Anordnung der Ventile (36). Antrieb der Ventile (37). Exzenter- antrieb (37). Nockensteuerung (38). Präzisionssteuerungen (38).	
Siebentes Kapitel: Umsteuerungen . . . . .	41
Vertauschen der Ein- und Ausströmkanäle (41). Kulissensteuerung	

(42). Schieberumsteuerungen mit nur einem Erzentner (44). Umsteuerung vermittels unrunder Scheiben (45).

<b>Achtes Kapitel: Die Gleichstrommaschine</b> . . . . .	46
Beschreibung und Arbeitsweise der Maschine (46). Eigenschaften der Gleichstrommaschine (48). Verwendung der Gleichstrommaschine (49).	

**Dritter Abschnitt.**

**Vorrichtungen zum Regeln des Ganges.**

<b>Erstes Kapitel: Schwungrad</b> . . . . .	50
Zweck des Schwungrades (50). Arbeitsweise des Schwungrades (53). Ungleichförmigkeitsgrad (53).	
<b>Zweites Kapitel: Regulator</b> . . . . .	55
Zweck des Regulators (55). Drosselregulierung (56). Regulierung durch Füllungsänderung (57). Bauliche Gestaltung des Regulators (57). Achsenregulatoren (58). Statischer Regulator (59). Astatischer Regulator (59). Pseudoastatischer Regulator (60). Leistungsregulator (60).	

**Vierter Abschnitt.**

**Kondensation.**

<b>Erstes Kapitel: Allgemeines</b> . . . . .	61
Zwecke der Kondensation (61). Kondensatorarten (61). Betrieb der Kondensationsanlagen (62). Kondensatorpumpen (63). Zentralkondensation (64).	
<b>Zweites Kapitel: Einspritz- oder Mischkondensatoren</b> . . . . .	65
Ausführungsbeispiele (65). Strahlkondensatoren (67). Eigenschaften der Mischkondensatoren (68).	
<b>Drittes Kapitel: Oberflächenkondensatoren</b> . . . . .	69
Allgemeine Ausführungsart (69). Eigenschaften der Oberflächenkondensatoren (69). Beispiel einer größeren Oberflächenkondensationsanlage (72).	
<b>Viertes Kapitel. Rückkühlwerke</b> . . . . .	73
Zweck (73). Grundgedanke (74). Ausführungsbeispiele (74).	

**Fünfter Abschnitt.**

**Die Kolbendampfmaschine in ihren verschiedenen Verwendungsarten.**

<b>Erstes Kapitel: Betriebsmaschinen</b> . . . . .	76
Allgemeine Eigenschaften (76), Größe der Betriebsmaschinen (77). Kleine Maschinen (77). Große Maschinen (78).	
<b>Zweites Kapitel: Lokomobilen</b> . . . . .	79
Bauarten (79). Betriebseigenschaften (79). Ausführungsbeispiel (81).	

	Seite
<b>Drittes Kapitel: Lokomotiven</b> . . . . .	82
Betriebsbedingungen (82). Einzelheiten des Aufbaues (83). Heißdampflokomotiven (84). Verschiedenheiten der Bauart (85).	
<b>Viertes Kapitel: Schiffsmaschinen</b> . . . . .	85
Allgemeine Betriebsbedingungen (85). Leistungen großer Schiffsmaschinen (87). Handelsschiffe und Kriegsschiffe (87). Besondere Eigenschaften (88).	
<b>Fünftes Kapitel: Fördermaschinen</b> . . . . .	89
Allgemeines (89). Betriebsbedingungen (90). Arbeitsweise (91). Gründe für hohen Dampfverbrauch (92). Neuzeitliche Fördermaschinen (93).	
<b>Sechstes Kapitel: Walzenzugmaschinen</b> . . . . .	95
Walzwerke (95). Betriebsbedingungen (95). Aufbau von Umkehrmaschinen (96).	



Die Kraft, mit welcher der Kolben vom Dampfe vorwärts geschoben wird, ist nicht auf dem ganzen Wege dieselbe. Hat nämlich der Kolben einen gewissen Teil seines Weges zurückgelegt, so wird der Dampfzufluß abgesperrt und der nun im Zylinder eingeschlossene Dampf treibt vermöge der ihm innewohnenden Spannkraft den Kolben bis ans Ende seines Hubes, wobei sich infolge der Vergrößerung des Raumes der Dampf immer weiter ausdehnt, so daß seine Spannung und damit auch sein Druck auf den Kolben immer kleiner wird.

Von dieser Arbeitsweise des Dampfes erhält man ein klares Bild, wenn man (Abb. 2) über der jedesmaligen Kolbenstellung, von einer in der Abbildung mit  $o-o$  bezeichneten Wagerechten aus, den Druck des Dampfes auf die eine Kolbenseite

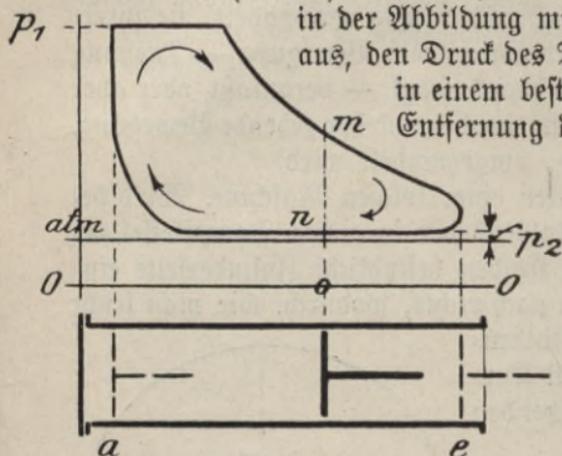


Abb. 2.

in einem bestimmten Maßstabe aufträgt. Die Entfernung der mit  $atm$  bezeichneten Wagerechten von der Linie  $o-o$  gibt dabei die Größe des Druckes der Außenluft (Atmosphäre) an, also rund 1 kg für den Quadratcentimeter. Es sei nun  $a$  die Anfangsstellung,  $e$  die Endstellung des Kolbens im Zylinder einer einwirkenden Maschine. Beide zusammen nennt man die Totlagen des Kolbens. Bei der ge-

zeichneten mittleren Kolbenstellung ist  $om$  in dem gewählten Maßstabe die in diesem Augenblicke im Zylinder herrschende Dampfspannung oder auch der Druck, mit welchem der Kolben in diesem Augenblicke nach rechts gedrückt wird. An derselben Stelle ist  $on$  diejenige Dampfspannung, welche auf der linken Seite des rückkehrenden Kolbens lastet. Man nennt einen solchen Linienzug das Schaubild oder Diagramm der betreffenden Dampfmaschine. Es gibt Vorrichtungen, Indikatoren genannt, welche diese Schaulinien während des Ganges der Maschine selber aufzeichnen und so die Arbeitsweise des Dampfes in der Maschine erkennen lassen. Da die von diesem Linienzuge umschlossene Fläche die Größe der auf einer Kolbenseite übertragenen Arbeit während eines Kolbenhin- und -herganges darstellt (siehe Abschnitt I des Verfassers „Dampfmaschine I“, *MuG Bd. 393*), so läßt sich mit Hilfe von solchen Indikatoren die Leistung der Dampfmaschine in Pferdestärken ausrechnen.

Mitunter kann es aus gewissen Gründen zweckmäßig sein, die durch

das Diagramm dargestellte Arbeit auf mehrere Zylinder zu verteilen, oder, anders ausgedrückt, es bietet unter Umständen gewisse Vorteile, wenn man den Dampf sich nicht in einem einzigen Zylinder, sondern nacheinander in mehreren Zylindern von der Eintrittsspannung  $p_1$  bis auf die Endspannung ausdehnen läßt. Man spricht in einem solchen Falle von stufenweiser Ausdehnung des Dampfes, insbesondere von Maschinen mit zweistufiger, dreistufiger oder vierstufiger Dampfdehnung. Abb. 3 zeigt die Arbeitsweise des Dampfes in Maschinen mit zweistufiger Dampfdehnung, Abb. 4 die Vorgänge in den Zylindern einer Maschine mit dreistufiger Dampfdehnung. Die Fläche des Diagrammes ist, wie man sieht, das eine Mal auf zwei, das andere Mal auf drei Zylinder verteilt, und man erkennt, wie die Zylinderinhalte mit zunehmender Ausdehnung des Dampfes in jeder Stufe größer werden müssen. In den Abbildungen ist die Vergrößerung der Zylinderin-

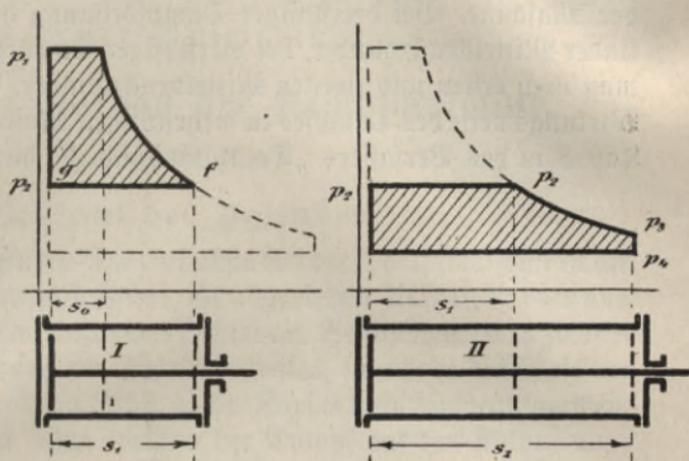


Abb. 3.

halte so dargestellt, daß die einzelnen Zylinder jeder Maschine gleichen Querschnitt, aber verschiedene Länge haben. Aus Gründen, die in der bequemeren und billigeren Ausführung liegen, wird es in Wirklichkeit umgekehrt gemacht: Die Zylinder bekommen alle gleichen Hub, aber

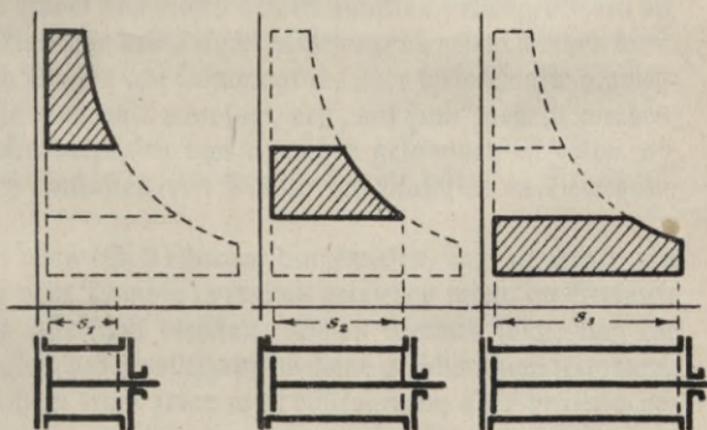
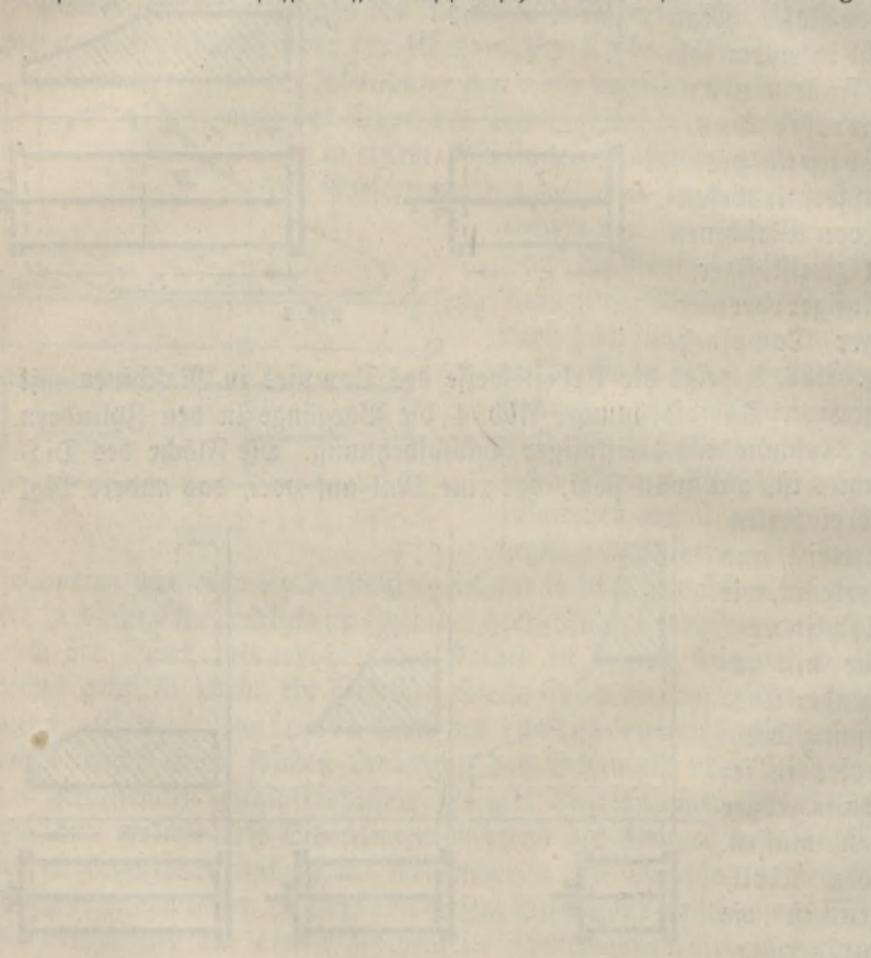


Abb. 4.

Die Zylinder bekommen alle gleichen Hub, aber

mit jeder Stufe zunehmenden Durchmesser. Der Zylinder, in welchem sich die höchsten Drücke abspielen, heißt der Hochdruckzylinder, derjenige, in welchem sich die niedrigsten Drücke abspielen, der Niederdruckzylinder der Maschine. Bei dreistufiger Dampfdehnung heißt der mittlere Zylinder Mitteldruckzylinder, bei vierstufiger Dampfdehnung unterscheidet man noch ersten und zweiten Mitteldruckzylinder. Genaueres über diese Wirkungsweise des Dampfes in mehrstufigen Maschinen siehe Abschn. II, Kap. 3 in des Verfassers „Dampfmaschine I“ dieser Sammlung.



## Erster Abschnitt.

### Allgemeiner Aufbau der Dampfmaschine.

#### Erstes Kapitel.

#### Die Zahl der Zylinder.

**Einzylindermaschinen.** Die einfachste Art der Dampfmaschine ist die Dampfmaschine mit einem Zylinder, ihr allgemeiner Aufbau ist oben aus Abb. 1 zu erkennen. Ein nicht zu entbehrender Bestandteil einer solchen Maschine ist das Schwungrad. Würde es fehlen, so würde die Maschine über die Stellungen *a* oder *b* (Abb. 5) der Kurbel nicht hinwegkommen, so groß auch der Druck wäre, welchen der Dampf auf den Kolben ausübt. Die Maschine würde in diesem Punkte „wie tot“ dastehen, und daher nennt man auch diese beiden

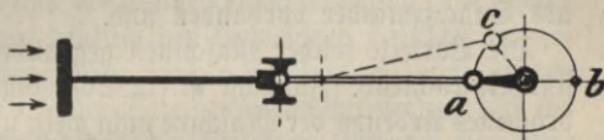


Abb. 5.

Stellungen die Tot-

punkte der Maschine. Es ist ferner leicht einzusehen, daß eine Einzylindermaschine, die in einem von diesen beiden Punkten stehengeblieben ist, nicht durch bloßes Einlassen von Dampf in Bewegung gesetzt werden kann. Sie muß erst durch Drehen am Schwungrade über diese Punkte hinweggebracht werden, sie muß, wie man sagt, erst „auf Hub“ gestellt werden, z. B. so, daß der Kurbelzapfen von *a* nach *c* gekommen ist (Abb. 5), worauf dann durch Einlassen von Dampf die Maschine in Bewegung kommt.

Es wurde schon oben (S. 2) darauf hingewiesen, daß die Kraft, mit welcher der Kolben vom Dampfe vorwärts getrieben wird, im Verlaufe eines Kolbenhubes sehr stark wechselt. Schon hieraus folgt, daß die Umlaufgeschwindigkeit des Kurbelzapfens keine gleichmäßige sein kann, sie kann erst dadurch zu einer zwar nicht vollkommen, aber praktisch genügend gleichförmigen gemacht werden, daß man den Kranz des Schwungrades genügend schwer macht, worüber in einem späteren Kapitel noch Näheres gesagt werden soll. Erwägt man schließlich, daß ebensowohl aus wärmetheoretischen Gründen wie aus Gründen der Ausführung der Zylinder nicht beliebig groß gemacht werden kann, so erkennt man, daß das Anwendungsgebiet der Einzylindermaschine ein verhältnis-

mäßig beschränktes ist, und in der That umfaßt es hauptsächlich kleinere und mittlere Leistungen.

**Zwillings- und Drillingsmaschinen.** Die eben angestellten Erwägungen weisen hin auf die Gründe, welche zur Anordnung von mehreren Zylindern führten. Dabei soll zunächst von einer mehrstufigen Dampfdehnung abgesehen werden, d. h. es soll die Bedingung gestellt sein, daß die zum Betriebe benötigte Dampfmenge in zwei oder drei Dampfzylinder nebeneinander geschickt wird, so daß also gewissermaßen jeder Zylinder für sich eine eigene Dampfmaschine darstellt. Alle diese einzelnen Maschinen greifen aber an einer gemeinsamen Welle an, so daß sie dann zusammen eine einzige Maschine darstellen, welche man je nach der Zahl der Zylinder als Zwillings- oder Drillingsmaschine zu bezeichnen pflegt. Die Tafel S. 9 stellt in Abb. 2 und 3 die Zylinderanordnung derartiger Maschinen dar. Die Pfeile zeigen, daß hier der zufließende Dampfstrom sich in ebenso viele Teile verzweigt, als Dampfzylinder vorhanden sind.

Die Vorteile solcher Maschinen gegenüber der Einzylindermaschine sind einleuchtend. Zunächst ist ein Schwungrad hier für ein ununterbrochenes Arbeiten der Maschine nicht mehr unbedingt erforderlich, denn schon bei Zwillingsmaschinen läßt es sich durch passende Anordnung der Kurbeln (Abb. 6) erreichen, daß niemals beide Maschinenseiten gleichzeitig im Totpunkte stehen, so daß also die Maschine, in welcher Stellung sie auch stehengeblieben sein möge, durch einfaches Einlassen

von Dampf in Bewegung gesetzt werden kann, was, um nur ein Beispiel anzuführen, bei Lokomotiven von höchster Wichtigkeit ist. Eine einfache Überlegung zeigt ferner, daß hier bei Zwillings- und natürlich in noch höherem Maße bei Drillingsmaschinen mit gleichmäßig versetzten Kurbeln (Abb. 7) die Umlaufgeschwindigkeit eine viel gleichförmigere ist, und daher ein etwaiges Schwungrad wesentlich leichter ausgeführt werden kann als bei einer Einzylindermaschine.

Die genannten Anordnungen werden vor allen Dingen dort Anwendung finden, wo ein häufiges Stillsetzen und Wiederanlassen der Maschine nötig ist, in erster Linie also bei den sog. Umsteuer- oder Reversiermaschinen, das sind Maschinen, welche bald vorwärts, bald rückwärts laufen müssen, wie Lokomotiven, Schiffsmaschinen, Maschinen zum Walzen großer Eisenblöcke (Walzenzugsmaschinen) usw.

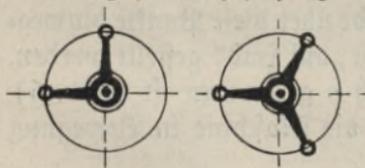


Abb. 6.

Abb. 7.

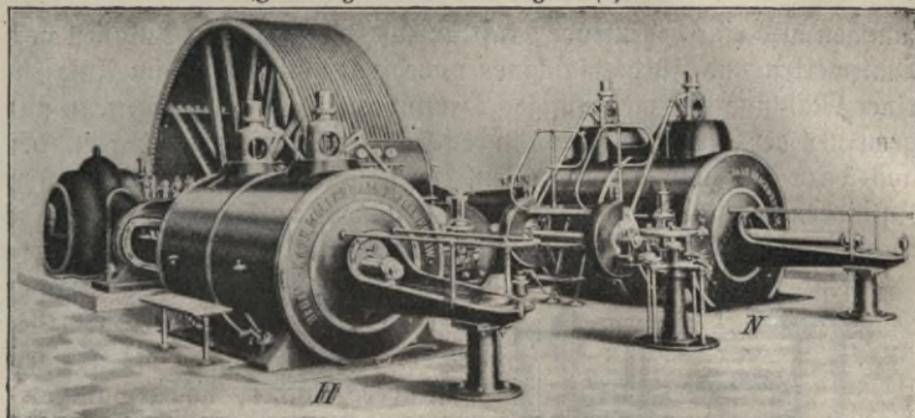


Abb. 8.

Es möge hier noch besonders darauf hingewiesen werden, daß Zwillings- und Drillingsmaschinen ja nicht verwechselt werden dürfen mit Maschinen mit zweistufiger und dreistufiger Dampfdehnung. Die Abb. 2 bis 5 der Tafel S. 9 zeigen deutlich den Unterschied zwischen den genannten Maschinengattungen. Man beachte die Richtungspeile in den Abb. 2 und 4 sowie 3 und 5 der Tafel, man beachte ferner, daß bei Zwillings- und Drillingsmaschinen die einzelnen Zylinder der Maschinen untereinander gleich sind, während bei mehrstufiger Dampfdehnung (Abb. 4 und 5 der Tafel) die Größe der Zylinder nach der Niederdruckseite zu wächst (vgl. S. 3).

Abb. 89 S. 89 zeigt eine Zwillingsmaschine in Gestalt einer Fördermaschine für Bergwerkszwecke, Abb. 93 S. 97 eine Drillingsmaschine in Gestalt einer Walzenzugmaschine, Abb. 8 dagegen zeigt eine zweistufige Verbundmaschine der Firma K. und Th. Möller in Brackwede. Der linke kleinere Zylinder *H* ist der Hochdruckzylinder, der rechte große Zylinder *N* der Niederdruckzylinder der Maschine. Maschinen mit dreistufiger Dampfdehnung und drei nebeneinander befindlichen Zylindern finden sich meist nur in Form von stehenden Maschinen, hauptsächlich als Antriebsmaschinen von Schiffen.

Es könnte vielleicht noch gefragt werden, warum man nicht immer Maschinen nach Abb. 4 oder 5 der Tafel verwendet an Stelle von Zwillings- und Drillingsmaschinen. An sich könnten ja allerdings immer Maschinen mit zwei- oder streistufiger Dampfdehnung angewendet werden, und sie würden sogar unter Umständen noch wirtschaftlicher arbeiten, der Vorteil der Zwillings- und Drillingsmaschinen besteht jedoch darin, daß beim jedesmaligen Anlassen der Maschine der Dampf in allen Zylindern sofort mit seinem vollen Druck auf die Kolben einwirkt, zu-

sammen also eine bedeutende Kraft ausübt, die z. B. zum Anlassen von Walzwerken und Fördermaschinen unbedingt nötig ist. Beim Anlassen einer Maschine mit mehrstufiger Dampfdehnung wird dagegen im allgemeinen der Frischdampf nur in den Hochdruckzylinder eingelassen, der noch dazu, wie wir gesehen hatten, den kleinsten Querschnitt von allen Zylindern besitzt. So kann es unter Umständen vorkommen, daß dieser Druck des Frischdampfes auf den Hochdruckkolben allein nicht aus-

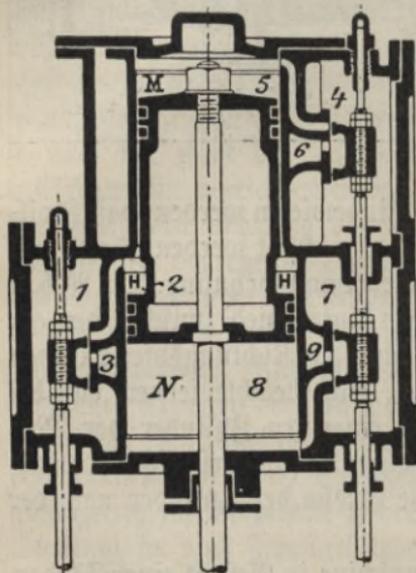


Abb. 9.

reicht, um die Maschine in Bewegung zu setzen. Man muß dann durch besondere Ventile auch in die übrigen Zylinder frischen, hochgespannten Dampf hineinfließen lassen und diese Ventile nachher, wenn die Maschine im Gang ist, wieder absperren; dies gibt aber einen so verwickelten Bau der ganzen Maschine, daß dadurch häufig die Vorteile der mehrstufigen Dampfdehnung wieder verloren gehen.

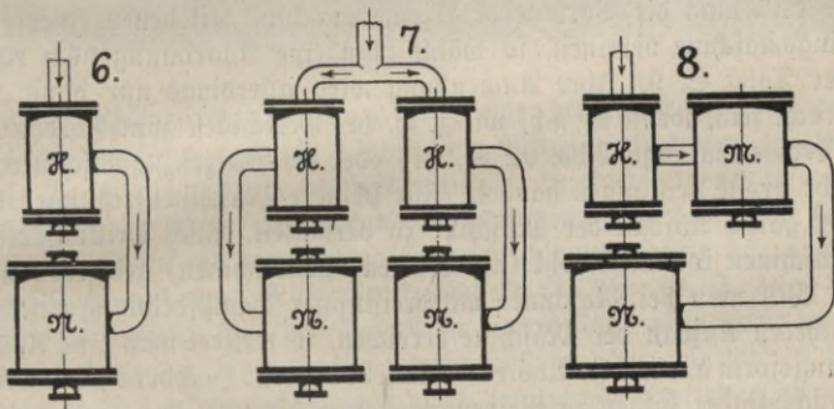
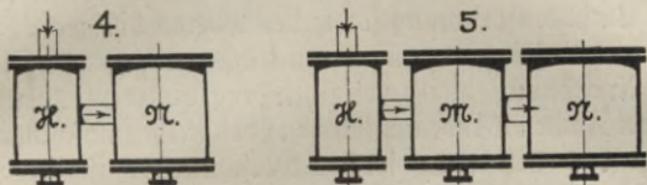
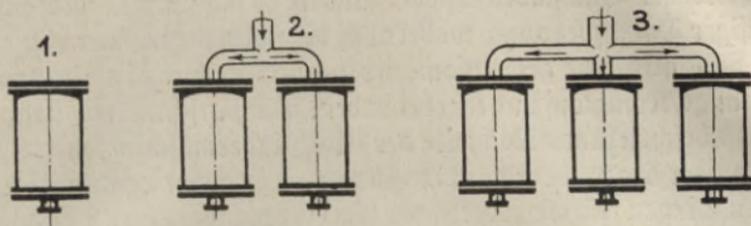
Daß man einer Maschine äußerlich an der Zahl der Zylinder nicht immer ansehen kann, ob sie mit einstufiger oder mehrstufiger Dampfdehnung arbeitet, dafür bildet Abb. 9<sup>1)</sup> ein fesselndes Beispiel.

Die Maschine besitzt einen einzigen Zylinder, nur einen Kolben (allerdings nicht von durchgängig gleichem Durchmesser) und arbeitet trotzdem mit dreistufiger Dampfdehnung. Bei genauerem Zusehen erkennt man nämlich, daß der untere Teil des Kolbens und natürlich auch der untere Teil des Zylinders einen größeren Durchmesser hat als der obere Teil. Der ringförmige Raum, der auf diese Weise in der unteren Hälfte des Zylinders entsteht, bildet den Hochdruckzylinder, in der Abbildung mit *H* bezeichnet, der Raum oberhalb des Kolbens bildet den Mitteldruckzylinder *M*, der Raum unterhalb des Kolbens den Niederdruckzylinder *N*. Selbstverständlich ist jede dieser drei „Maschinen“ nur einfachwirkend. Die Ziffern 1—9 in der Abbildung sollen den Weg andeuten, welchen der Dampf beim Hindurchströmen durch die einzelnen „Zylinder“ einschlägt.

**Reihenmaschinen.** Eine besondere Anordnung der Zylinder stellt

<sup>1)</sup> Aus Matschoß, Entwicklung der Dampfmaschine, Berlin, J. Springer.

# Gattungen von Dampfmaschinen.



H. = Hochdruckcylinder  
 M. = Mitteldruckcylinder  
 N. = Niederdruckcylinder

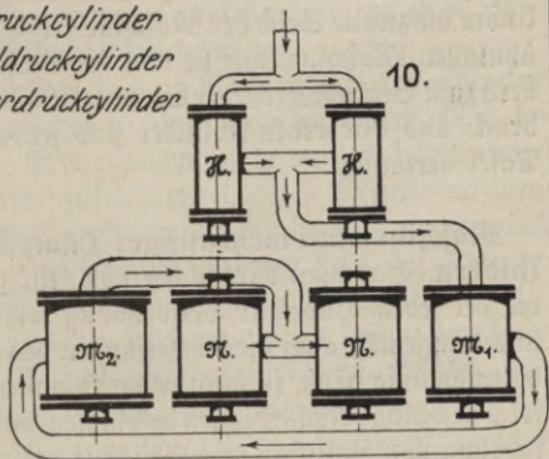
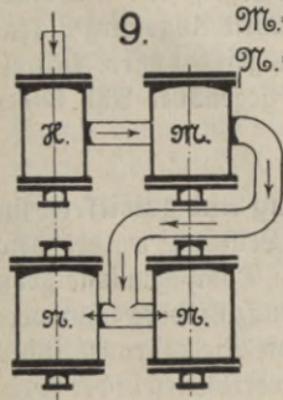


Abb. 6 der Tafel S. 9 dar. Wie man aus der Richtung der Pfeile und den eingeschriebenen Buchstaben ersieht, handelt es sich um eine Maschine mit zweistufiger Dampfdehnung, wobei aber die Zylinder in einer Achse angeordnet sind, also eine gemeinsame Kolbenstange, nur eine gemeinsame Schubstange, Kreuzkopf und Kurbel haben. Die Maschine hat offenbar die oben S. 5 beschriebenen Nachteile der Einzylindermaschine, ihre Vorteile gegenüber der Einzylindermaschine sind neben größerer Leistungsfähigkeit vor allen Dingen wärmetheoretischer Art. Gegenüber einer Maschine mit zweistufiger Dampfdehnung nach Abb. 4 der Tafel hat sie den Vorteil geringerer Platzbeanspruchung sowie den Vorteil billigerer Herstellung wegen des nur einfach auszuführenden Kurbelgetriebes. Maschinen mit derartiger Anordnung von zwei Zylindern hintereinander bezeichnet man mit dem Namen Tandemmaschinen oder Reihenmaschinen. Abb. 77 S. 68 zeigt das Bild einer solchen Maschine. *H* ist der Hochdruckzylinder, *N* der Niederdruckzylinder.

Will man die Vorteile der Reihenmaschine mit denen einer Zwillingmaschine vereinen, so wählt man eine Anordnung nach Abb. 7 der Tafel S. 9. Ihre Anwendung wird allerdings nur dann angebracht sein, wenn es sich, wie z. B. bei Maschinen zum Fördern aus Bergwerken (vgl. Abb. 92 S. 94) oder bei Walzenzugmaschinen, um sehr große Leistungen handelt. Für kleinere Maschinenleistungen wäre der ganze Aufbau der Maschine zu verwickelt. Auch Drillingsreihenmaschinen kommen wohl (als Walzenzugmaschinen) gelegentlich vor.

Will man bei Maschinen mit dreistufiger Dampfdehnung einen einfacheren Aufbau der Maschine erreichen, so wendet man eine Ausführungsform an, wie sie Abb. 8 der Tafel darstellt: Hochdruck- und Mitteldruckzylinder bilden in Reihenanordnung die eine, der Niederdruckzylinder die zweite Seite der Maschine. Abb. 10 a. f. S. zeigt das Bild einer ähnlichen Maschine, wie sie von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg zum Betriebe größerer Spinnereien u. dgl. ausgeführt wird. Mitteldruck- und Niederdruckzylinder sind jedoch hier gegenüber Abb. 8 der Tafel vertauscht.

**Maschinen mit mehrstufiger Dampfdehnung und getheilten Zylindern.** Hat man Maschinen von sehr großer Leistung, werden also die bei jedem Hube zur Verwendung kommenden Dampfgewichte groß und demgemäß auch die Abmessungen des Hochdruckzylinders schon verhältnismäßig groß, so kann es vorkommen, daß die Niederdruckzylinder solch gewaltige Abmessungen bekommen, daß Schwierigkeiten in der Ausführung von Zylinder und Gestänge auftreten. In einem solchen Falle

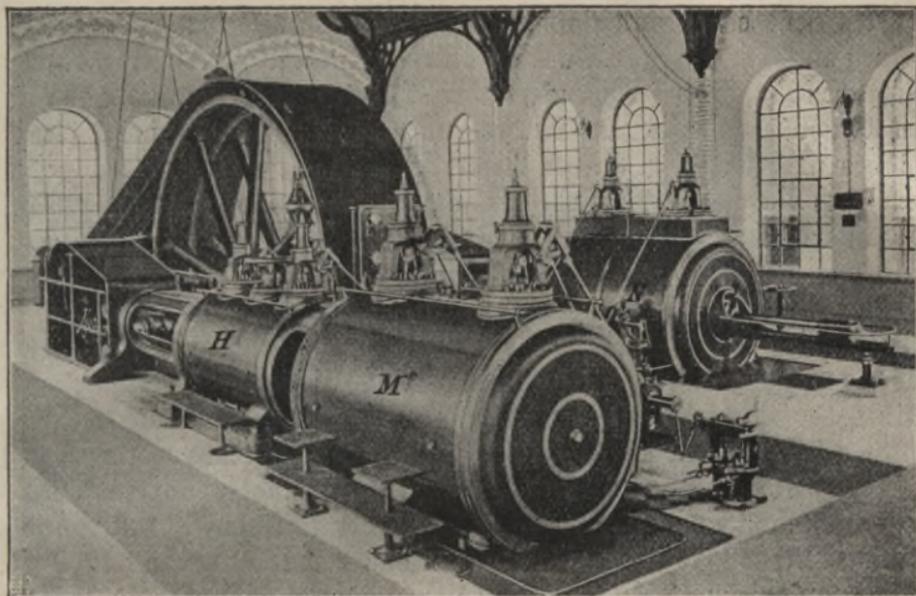


Abb. 10.

hilft man sich dadurch, daß man z. B. bei einer dreistufigen Expansionsmaschine das Dampfgewicht hinter dem Mitteldruckzylinder in zwei gleiche Teile teilt und jede der beiden Hälften in einem eigenen Niederdruckzylinder arbeiten läßt. Man bekommt dann eine dreistufige Expansionsmaschine mit vier Zylindern, nämlich einem Hochdruck-, einem Mitteldruck- und zwei Niederdruckzylindern (s. Abb. 84 S. 78). Es ist nur zu beachten, daß der Dampf in diesem Falle nicht etwa durch alle vier Zylinder hintereinander durchgeht, sondern, wie Abb. 9 der Tafel auf S. 9 erkennen läßt, erst durch den Hochdruckzylinder, hierauf durch den Mitteldruckzylinder und dann gleichzeitig, in zwei Hälften geteilt, durch die beiden Niederdruckzylinder.

Wird die Maschine noch größer, so kann die Notwendigkeit eintreten, auch schon den Mitteldruckzylinder in zwei Teile zu teilen. Man bekommt dann eine dreistufige Expansionsmaschine mit fünf Zylindern: einem Hochdruckzylinder, zwei zusammengehörigen Mitteldruckzylindern und zwei zusammengehörigen Niederdruckzylindern, woraus auch wieder zu ersehen ist, daß man lediglich aus der Zahl der Zylinder niemals auf die Arbeitsweise der Maschinen schließen kann.

Hat man Maschinen allergrößter Leistung, wie sie beispielsweise bei unseren neuen gewaltigen Schnelldampfern und Kriegsschiffen vorkommen, Maschinen von einer Leistung von 30 000 PS und darüber, so wendet man, um möglichst große Dampf- und Kohlenersparnis zu

erzielen, sehr hohe Eintrittsspannungen und infolgedessen sogar Maschinen mit vierstufiger Dampfdehnung an und unterscheidet dann bei solchen Maschinen Hochdruckzylinder, ersten Mitteldruckzylinder, zweiten Mitteldruckzylinder und Niederdruckzylinder, von denen unter Umständen auch wieder z. B. der Niederdruckzylinder allein oder außerdem noch ein anderer Zylinder in je zwei Teile geteilt werden kann, so daß man unter Umständen eine Maschine mit sechs Zylindern erhält, wie dies Abb. 10 der Tafel S. 9 darstellt.

Noch weiter mit den Ausdehnungsstufen zu gehen, hat sich als unwirtschaftlich herausgestellt, da die Verluste, die beim Hindurchgehen des Dampfes durch die vielen Zylinder und infolge des verwickelten Baues der Maschine hinzutreten, größer sind als die Vorteile, welche durch die weitgehende Teilung des Druckgefälles erreicht werden.

Abb. 88 S. 86 zeigt das Bild einer etwas anders angeordneten großen Maschine vom Schnelldampfer „Kaiser Wilhelm II“ des Norddeutschen Lloyd. Es sind eigentlich zwei hintereinander geschaltete vierstufige Maschinen; das Schiff besitzt zwei solcher großen Doppelmaschinen nebeneinander. In der Abbildung bedeutet *H* Hochdruckzylinder, *M*<sub>1</sub> erster, *M*<sub>2</sub> zweiter Mitteldruckzylinder, *N* Niederdruckzylinder.

## Zweites Kapitel.

### Bauliche Gestaltung der Dampfmaschine.

**Balanciermaschinen.** Die ersten Dampfmaschinen waren sog. Balanciermaschinen. Der aufrechtstehende Dampfzylinder übertrug die in ihm entwickelte Kraft vermöge eines doppelarmigen Hebels (Balanciers) auf die Schubstange und damit auf die Kurbelwelle. Maschinen

dieser Bauart werden heute nur noch selten ausgeführt und dann nur für den besonderen Zweck des Betriebes von Pumpen, deren Zylinder sich unterhalb des Dampfzylinders befindet, so daß der Pumpenkolben auf der nach unten verlängerten Dampfkolbenstange sitzt. Abb. 11 zeigt die Gerippfskizze einer solchen neuzeitlichen Balanciermaschine, wie sie z. B. in städtischen Wasserwerken gelegentlich noch angetroffen wird. *C* ist der Dampf-

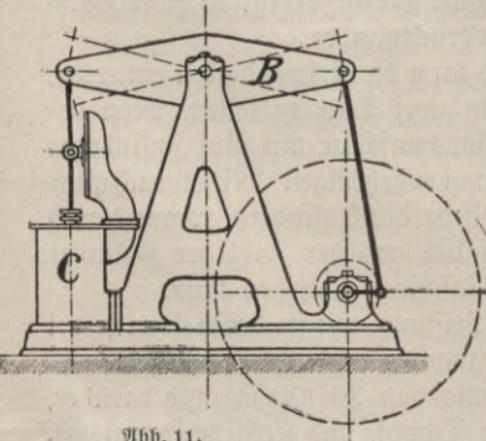


Abb. 11.

Zylinder, *B* der Balancier. Die Umständlichkeit der Bauart war der Grund dafür, daß in neuerer Zeit diese Bauart bei uns in Europa fast gänzlich verlassen wurde. In Amerika dagegen werden Balanciermaschinen noch vielfach als Antriebsmaschinen für Raddampfer verwendet.

Die beiden heute fast allein noch in Frage kommenden Bauarten von Dampfmaschinen sind die balancierlosen stehenden und die liegenden Maschinen. Beide haben ihre Vorteile und Nachteile.

**Die stehende Maschine** (genauer müßte man sagen die balancierlose stehende Maschine), Abb. 12—14, so genannt nach der aufrecht stehenden Achse des Zylinders, besitzt vor allen Dingen den Vorteil, daß sie wenig Grundfläche in Anspruch nimmt. Sie findet daher ihre Hauptanwendung überall da, wo auf kleinem Raume Kolbenmaschinen großer Leistung untergebracht werden müssen, also namentlich auf Schiffen. Ein weiterer Vorteil ist der, daß infolge der Bewegung des Kolbens in senkrechter Richtung die Abnutzung von Kolben- und Zylinderwandung sich auf den Umfang ziemlich gleichmäßig verteilt und daher verhältnismäßig gering ist. Auch der Einbau und ein etwaiges Herausnehmen des Kolbens gestaltet sich verhältnismäßig einfach. Unangenehm dagegen ist es, daß infolge der Höhenlage des Zylinders mit den meist etwas empfindlichen Steuerungsteilen die Bedienung der Maschine erschwert ist, namentlich bei Maschinen größerer Leistung, wie z. B. auf Dzeandampfern, wo die Gesamthöhe der Maschine mitunter der Höhe eines mehrstöckigen Wohnhauses gleichkommt. Abb. 12 zeigt z. B. die Maschine eines neuzeitlichen Schnelldampfers im Vergleich zu dem Gebäude der Kgl. Bergakademie in Berlin. Auch die infolge der kleineren Auflagerfläche bei großen stehenden Maschinen fast unvermeidlichen Er-  
zitterungen während des Ganges sind als ein Nach-  
teil anzusehen.

Bei dem Aufbau der stehenden Maschinen unterscheidet man wohl zwischen

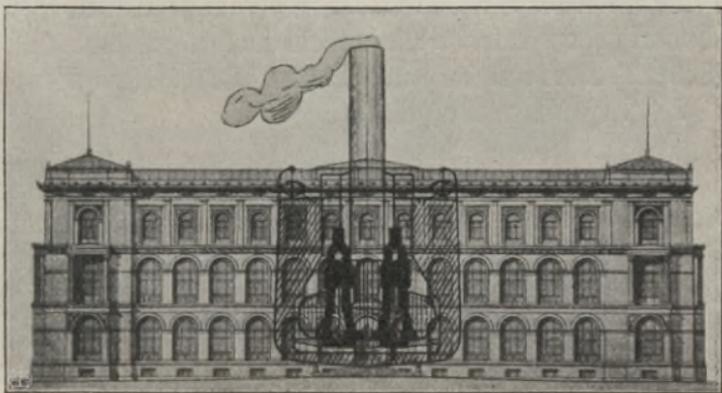


Abb. 12.

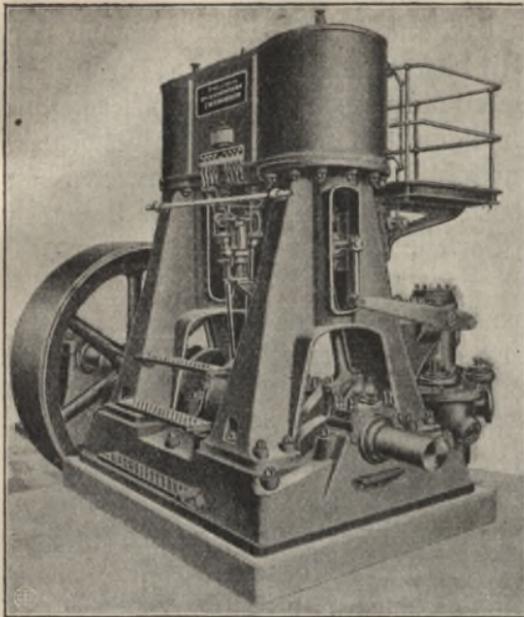


Abb. 13.

Hammermaschinen und Maschinen mit A-Ständern. Die Maschinen mit A-Ständer (so genannt nach der Form des Gestelles) haben den Vorteil, daß der Kreuzkopf auf beiden Seiten gut geführt ist (Abb. 13) und die Maschine durch ihren etwas massigen Aufbau sehr standfester ist. Der Nachteil besteht darin, daß der Kreuzkopf mit dem meist etwas empfindlichen Kreuzkopfszapfen, an welchem die Schubstange angreift, und ebenso die Stopfbüchse am unteren Zylinderdeckel schwer zugänglich sind. Die-

ser Nachteil fällt fort, die genannten Teile werden zugänglicher, wenn das Gestell der Maschine ähnlich dem eines Dampfhammers ausgebildet wird, daher auch der Name Hammermaschine (Abb. 14). Um ein Erzittern der Maschine hintanzuhalten, werden hier gegenüber der Kreuzkopfgleitbahn in der Regel schräg stehende Säulen *S* als Stützen angebracht. Bei großen Maschinen stehender Bauart finden sich manchmal (z. B. bei Schiffsmaschinen) bis zu vier Kurbelgetrieben nebeneinander (vgl. z. B. die Zylinderanordnung Abb. 10 der Tafel S. 9). An die Stelle der Kurbeln treten dann Wellentröpfungen (siehe des Verfassers „Maschinenelemente“, *MuG* Bd. 301), so daß derartige Wellen sehr kunstvolle und schwierig herzustellende Maschinenteile werden. Abb. 15 zeigt eine solche Welle. *T, T...* sind die Kurbeln oder Wellentröpfungen; an den Stellen *L, L...* ist die Welle gelagert.

**Liegende Maschinen** sind solche, bei denen die Zylinderachse waagrecht liegt (siehe z. B. die Gerippsskizze Abb. 1). Sie haben den großen Vorteil, daß sie selbst bei den größten Ausführungen in allen ihren Teilen leicht zugänglich sind, was für die Bedienung und Instandhaltung der Maschine natürlich von großem Vorteil ist. Bei der großen Auflagerfläche können ferner Durchbiegungen und Erzitterungen selbst bei größten Leistungen mit Leichtigkeit vermieden werden, zumal die Ma-

schine auf einem verhältnismäßig umfangreichen Fundamentblocke aufliegt. Dagegen ist die Art und Weise, wie sich die manchmal sehr schweren Kolben in den Zylindern bewegen, weniger vorteilhaft, und es müssen besondere Maßregeln getroffen werden, damit nicht auf der unteren Hälfte von Zylinder und Kolben einseitige Abnutzung eintritt und die Zylinder mit der Zeit unrund werden.

Die Verbindung der Kurbellager mit dem Zylinder geschieht bei neuzeitlichen Maschinen wohl ausnahmslos durch Maschinenrahmen, welche an ihrer dem Zylinder zugewendeten Seite eine zylindrische Ausbohrung besitzen, in welche der Flansch des Dampfzylinders genau hineinpasst. Besitzt der Maschinenrahmen dann noch eine doppelseitige Kreuzkopfführung (z. B. Abb. 77 S. 68), welche ebenfalls an ihrem nach dem Zylinder zu liegenden Ende zylindrisch ausgebohrt ist, so ist damit beim Zusammenbau von Maschinenrahmen und

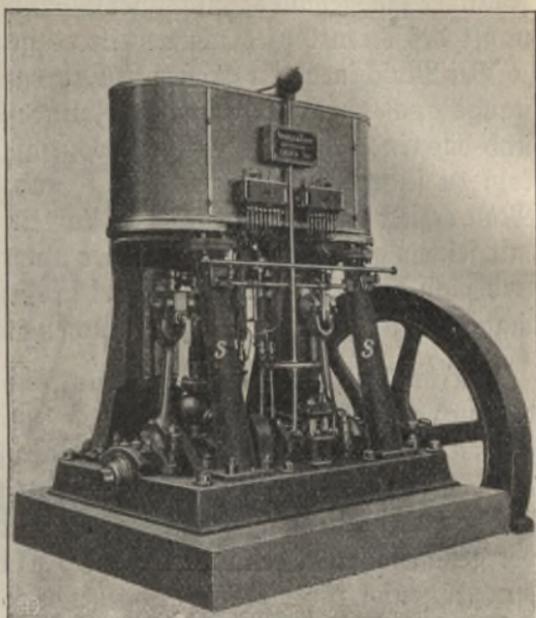


Abb. 14.

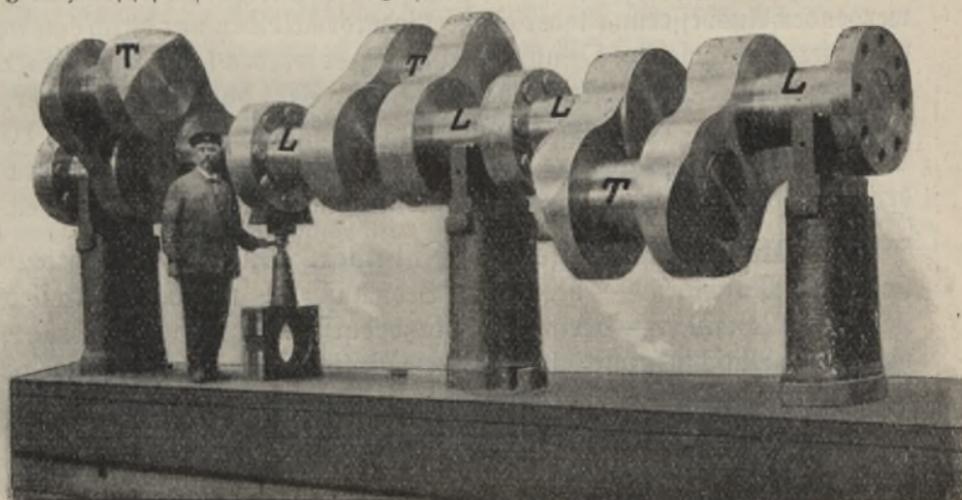


Abb. 15.

Zylinder ein genaues Zusammenfallen von Zylinderachse und Mittelpunkt des Kreuzkopfes ohne weiteres gewährleistet.

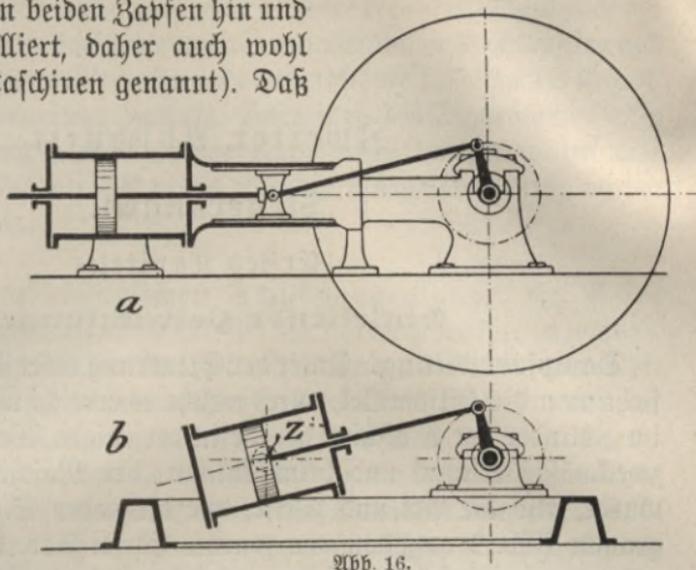
Bei Maschinen mit großen Zylindern ist es zweckmäßig, die Kolbenstange auch durch den hinteren Zylinderdeckel hindurchgehen zu lassen und das Ende der Kolbenstange noch einmal durch einen hinteren Kreuzkopf zu führen. Vgl. z. B. Abb. 8 und die rechte Seite der Abb. 10. Man erzielt dadurch einmal den Vorteil, daß der schwere Kolben nicht mit seinem ganzen Gewichte auf der unteren Zylinderwandung aufliegt, und man vermeidet ferner, daß bei großen und schmalen Kolben wegen mangelhafter Führung ein Festklemmen des Kolbens im Zylinder eintritt.

Um bei Maschinen in Reihenanordnung (Abb. 6 der Tafel) ein genaues Zusammenfallen der beiden Zylinderachsen zu erreichen, wird zwischen die beiden Zylinder ein Zwischenstück, die sog. Laterne (I Abb. 77 S. 68 u. Abb. 84) dazwischengeschaltet, welche an beiden Enden zylindrische Ausdrehungen besitzt, in welche die Flansche der beiden Zylinder genau hineinpasse. Häufig wird dann innerhalb der Laterne noch eine Führung für die hindurchgehende Kolbenstange angebracht.

Ob bei Maschinen mit mehrstufiger Dampfdehnung und Reihenanordnung der kleinere Hochdruckzylinder vorn an dem Rahmen sitzen soll und der große Niederdruckzylinder dahinter oder umgekehrt, ist Ansichtssache. Arbeitet die Maschine mit hochüberhitztem Dampfe, so setzt man gern den (größeren) Niederdruckzylinder vorn an den Rahmen der Maschine, damit die im Hochdruckzylinder auftretenden hohen Temperaturen von dem Maschinenrahmen ferngehalten werden (vgl. Abb. 77 S. 68 u. Abb. 84 S. 78). Das hat allerdings den Nachteil, daß bei notwendig werdenden Ausbesserungen der große Niederdruckkolben nur durch eine in der Laterne vorgesehene Öffnung herausgeholt werden kann, was immer mit ziemlichen Schwierigkeiten verbunden ist. Sigt dagegen der kleinere Hochdruckzylinder vorn am Maschinenrahmen, wie z. B. bei Abb. 10 S. 11, so läßt sich der kleinere Hochdruckkolben gegebenenfalls leicht durch den größeren Niederdruckzylinder hindurch nach hinten herausziehen.

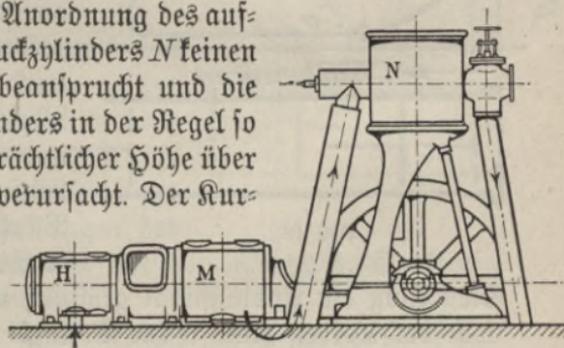
**Maschinen mit schwingendem Zylinder.** Will man die Vorteile liegender Maschinen — bequemere Bedienung — mit den Vorteilen stehender Maschinen — geringeren Platzbedarf — vereinigen, so wendet man wohl Maschinen mit schwingendem Zylinder an. Abb. 16 zeigt in ihrer unteren Hälfte bei *b* den Grundgedanken einer solchen Maschine. Der Zylinder ist senkrecht zu seiner Längsachse um zwei Zapfen drehbar. Die Kolbenstange ist hier gleichzeitig Schubstange, und man erkennt leicht, daß bei der Drehung der Kurbel der Dampfzylinder um

jene eben genannten beiden Zapfen hin und her schwingt (oszilliert, daher auch wohl oszillierende Maschinen genannt). Daß durch diese Anordnung nicht unwesentlich an Platz gespart wird, zeigt ein Vergleich der Maschinen in Abb. 16, die beide gleichen Zylinderdurchmesser und gleiche Kurbellänge, also auch gleichen Kolbenhub besitzen. Maschinen dieser Art



findet man bisweilen auf Flußschiffen zum Antriebe der Schaufelräder. Der große Übelstand dieser Anordnung ist der, daß der heiße Dampf den Zylindern durch die schwingenden Zapfen hindurch zugeführt werden muß, was in baulicher Hinsicht gewisse Schwierigkeiten bietet.

**Stehend-liegende Maschinen** sind gelegentlich auch ausgeführt worden (Abb. 17). Sie bieten namentlich Vorteile bei dreistufiger Dampfdehnung, da in diesem Falle die Anordnung des aufrecht stehenden dritten Niederdruckzylinders *N* keinen Mehrbedarf an Grundfläche beansprucht und die Steuerung des Niederdruckzylinders in der Regel so einfach ist, daß ihre Lage in beträchtlicher Höhe über dem Fußboden keine Bedenken verursacht. Der Kurbelzapfen der gekröpften Welle ist in diesem Falle so breit gemacht, daß die Schubstange der stehenden Maschine unmittelbar neben der Schubstange der Reihenmaschine angreift. Bei Maschinen mit zweistufiger Dampfdehnung, wobei also der Hochdruckzylinder unten, der Niederdruckzylinder wieder oben liegt, besteht neben dem geringeren Platzbedarf ein Vorteil gegenüber einer Reihenmaschine darin, daß die beiden Maschinenhälften nicht gleichzeitig im Totpunkte stehen, was ebensowohl für das Anlassen wie für den gleichmäßigen Gang der Maschine von Wichtigkeit ist.



## Zweiter Abschnitt.

### Steuerungen.

#### Erstes Kapitel.

#### Einleitende Betrachtungen.

**Dampfverteilung.** Unter der Steuerung einer Dampfmaschine versteht man die Hilfsmittel, durch welche es erreicht wird, daß der Dampf im Zylinder der Maschine gerade in derjenigen Weise arbeitet, die als zweckmäßig erkannt und beim Entwurf der Maschine vorher festgesetzt wurde, also die Art und Weise, wie dies oben S. 2 durch das Diagramm Abb. 2 angenommen wurde. Es sei Abb. 18 noch einmal ein

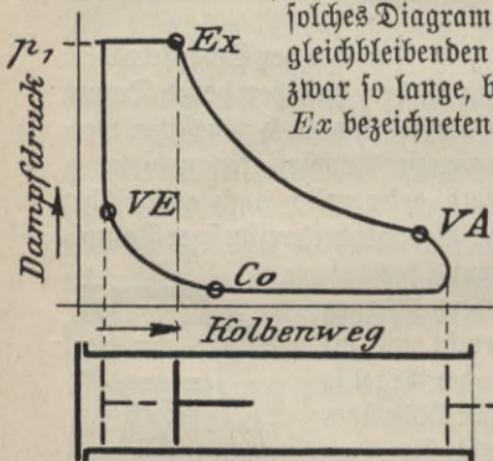


Abb. 18.

solches Diagramm, dann strömt also der Dampf mit der gleichbleibenden Spannung  $p_1$  in den Zylinder ein und zwar so lange, bis der Kolben senkrecht unter dem mit  $Ex$  bezeichneten Punkte steht. Diesen ganzen Abschnitt nennt man die Füllung des Zylinders und spricht von 20, 30 . . . % Füllung je nachdem der Kolben während dieser Zeit 20, 30 . . . % seines Weges zurückgelegt hat. Im Punkte  $Ex$  wird nun durch die Steuerung der Maschine der Dampfzutritt abgesperrt und es beginnt die Ausdehnung (Expansion) des Dampfes, welche bis zum Punkte  $VA$  fort dauert. Steht der Kolben unter  $VA$ , so wird durch die Steuerung ein Auslaßkanal geöffnet, und da dies schon eintritt, bevor noch der Kolben seine rechte Totlage erreicht hat, nennt man diesen Punkt die Vorausströmung. Der Dampf strömt aus dem Zylinder heraus und wird von dem rückkehrenden Kolben noch weiter herausgedrängt, bis bei der Kolbenstellung  $Co$  (Kompression, Verdichtung) der Dampfauslaßkanal geschlossen und der Dampf von dem weiter fortschreitenden Kolben verdichtet wird. Kurz vor Erreichung der linken Totlage wird bei der Kolbenstellung  $VE$  (Voreinströmung) der Dampfzutritt zu der linken Zylinderseite durch die Steuerung wieder geöffnet, so daß im

Totpunkte selber die Spannung  $p_1$  schon wieder erreicht ist. Bezüglich der Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit von Vorausströmungskompression und Voreinströmung siehe des Verfassers Dampfmaschine I Abschn. III Kap. 6.

Die durch die Steuerung bewirkte Gestaltung des Diagrammes, also die mehr oder weniger zweckmäßige Anordnung der genannten vier Punkte  $Ex$ ,  $VA$ ,  $Co$  und  $VE$  nennt man die Dampfverteilung der betreffenden Maschine.

**Der Begriff der unendlichen Schubstangenlänge.** Es ist für die folgenden Betrachtungen von Wichtigkeit, sich darüber klar zu werden, in welcher Stellung sich der Kolben im Zylinder befindet, wenn die Maschinenkurbel in irgendeinem Punkte steht, Abb. 19 stellt noch einmal die wesentlichen Teile eines Kurbelgetriebes dar.  $K$  ist der Kreuzkopf,  $S$  die Schubstange, welche den Kreuzkopf mit dem äußeren Ende der Kurbel, dem sogenannten Kurbelzapfen  $Z$  verbindet. Der Kreis stellt den Kurbelkreis dar, d. h. denjenigen Kreis, welchen der Mittelpunkt des Kurbelzapfens bei einer vollständigen Kurbelumdrehung beschreibt.

Zunächst ist ohne

weiteres klar, daß, wenn der Kurbelzapfen vom Punkte  $a_1$  nach dem Punkte  $b_1$  gekommen ist,

der Kreuzkopf und damit natürlich auch der Kolben einen geradlinigen Weg von der Länge  $ab = a_1 b_1$  zurückgelegt hat. Zeichnen wir also unter den Kurbelkreis den Dampfzylinder mit seiner Achse gleichlaufend zu dieser Linie  $a_1 b_1$ , so finden wir die Endstellungen des Kolbens offenbar einfach dadurch daß wir von  $a_1$  und  $b_1$  Senkrechte nach unten auf die Zylinderachse fallen.

Es fragt sich nur, wo steht z. B. der Kolben, wenn sich die Kurbel in der in Abb. 19 gezeichneten Stellung befindet. Da die Länge der Schubstange  $S$  gegeben ist, so ist damit auch die Stellung des Kreuzkopfes  $K$  gegeben, d. h. in derselben Zeit, in welcher der Kurbelzapfen den Kreisbogen  $a_1 Z$  beschrieben hat, hat der Kreuzkopf (und damit auch der Kolben!) einen Weg von der Länge  $aK$  zurückgelegt. Der Kolben befindet sich also in dem gezeichneten Zylinder senkrecht unter  $c$ . Je länger die Schubstange ist im Vergleiche zur Länge der Kurbel, um so flacher

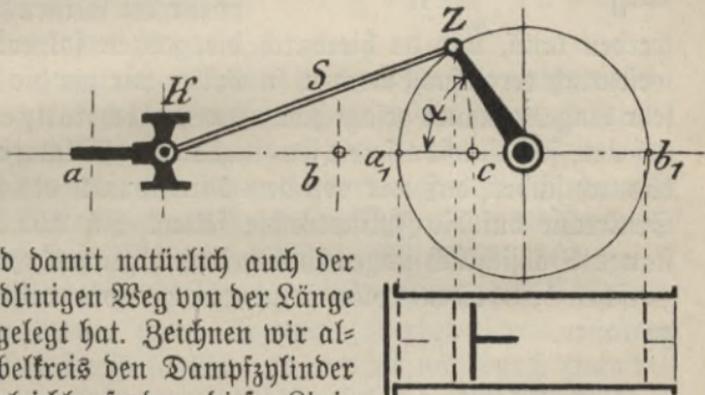


Abb. 19.

wird der Bogen  $Zc$  und bei sehr langer Schubstange, genau genommen erst bei „unendlich langer“ Schubstange, liegt der Punkt  $c$  senkrecht unter  $Z$ , oder anders ausgedrückt: der Kolben steht dann senkrecht unter  $Z$ . Man erkennt leicht, daß der Unterschied zwischen diesen beiden Kolbenstellungen, nämlich bei endlicher und bei unendlicher Schubstangenlänge stets am größten ist, wenn die Kurbel sich in senkrechter Lage befindet, bei allen anderen Stellungen nach einem der beiden Totpunkte zu ist er kleiner, und in den beiden Totpunkten selber ist der Unterschied gleich Null.

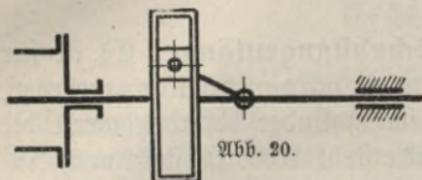


Abb. 20.

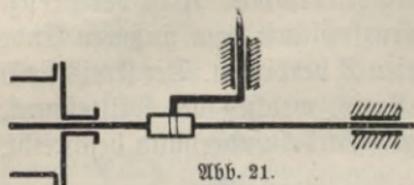


Abb. 21.

In der Mehrzahl der Fälle ist nun die Länge der Schubstange genügend groß — sie beträgt gewöhnlich das Fünffache der Kurbellänge —, so daß selbst bei senkrecht stehender Kurbel der Unterschied zwischen den beiden oben betrachteten Stellungen so klein ist, daß er für die meisten Fälle vernachlässigt werden kann, und da hierdurch die ganzen folgenden Betrachtungen wesentlich vereinfacht werden, so wollen wir für die Folge immer eine sehr lange, genauer gesagt eine „unendlich lange“ Schubstange annehmen, so daß wir also die jeweilige Kolbenstellung im Zylinder einfach dadurch finden, daß wir von dem Mittelpunkt des Pleuellzapfens eine Senkrechte auf die Zylinderachse fallen. In Abb. 19 ist die Schubstange  $S$  absichtlich ungewöhnlich kurz gezeichnet, um den Unterschied zwischen den beiden Kolbenstellungen  $Z$  und  $c$  recht kraß hervortreten zu lassen.

**Kurbelschleife.** Es möge hier darauf hingewiesen werden, daß es eine bauliche Abänderung des Pleuellgetriebes gibt, bei welcher der Pleuellkolben sich genau so bewegt, als wenn er von einer unendlich langen Schubstange angetrieben würde. Es ist das die sogenannte Pleuellschleife (Abb. 20 und 21). Die Pleuellstange ist schleifenartig erweitert und an ihren Enden in einer Pleuellbüchse geführt. In der genannten Schleife bewegt sich ein Stein, in welchen der Pleuellzapfen der seitlich von der Pleuellstange (Abb. 21) gelagerten Pleuellkurbel eingreift. Die Schleife bildet gewissermaßen den Pleuellkopf und man erkennt leicht, daß der Mittelpunkt dieses „Pleuellkopfes“ hier immer genau senkrecht unter dem Mittelpunkte des Pleuellzapfens liegt, also genau dieselben Verhältnisse wie sie oben bei der „unendlich langen“ Schubstange beschrieben wurden.

**Kurbel und Exzenter.** Der Antrieb der Steuervorrichtungen geschieht zum großen Teile durch Exzenter. Es ist durchaus notwendig, sich vollständig darüber klar zu werden, daß ein Exzenter nichts anderes ist als eine bauliche Abänderung der Kurbel. In dem nebenstehend abgebildeten Kurbelgetriebe (Abb. 22) stellt  $S$  die Schubstange dar, die an dem Zapfen einer Kurbel von der Länge  $r$  angreift. Der Kreuzkopf (oder auch der Kolben) legt dann wie leicht einzusehen ist, bei einer halben Umdrehung der Maschinenwelle den Weg  $2r$  zurück. Nun muß es aber offenbar für die Bewegung des Kolbens (oder des Kreuzkopfes) vollständig gleichgültig sein, wie groß der Durchmesser des Kurbelzapfens ist. Es müssen z. B. die Bewegungsverhältnisse genau dieselben bleiben, wenn der Durchmesser des Kurbelzapfens so groß gemacht wird, daß er selbst die Maschinenwelle umschließt (Abb. 23). 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. Über Zweck und Vorteil dieser baulichen Abänderung der Kurbel siehe des Verf. Maschinenelemente, MuG Bd. 301.

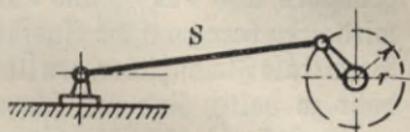


Abb. 22.

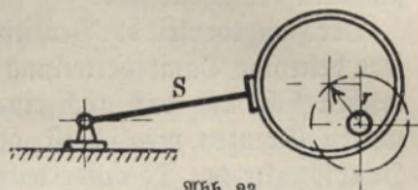


Abb. 23.

Handelt es sich also um die Verfolgung der Bewegung eines Schiebers, so werden wir wiederum einen Exzenter-(Kurbel-)Kreis zeichnen (siehe den gestrichelten Kreis in Abb. 22 und 23 und durch einfaches Hinunterloten der jeweiligen Lage des Kurbelzapfenmittelpunktes, in diesem Falle also des Exzentermittelpunktes, die betreffende Stellung des Schiebers oder richtiger gesagt irgendeines Schieberpunktes finden. Gerade hier werden wir ohne weiteres „unendliche“ Schubstangenlänge annehmen können, da die Länge der „Schubstange“  $S$  (Abb. 22 und 23), hier Exzenterstange genannt, stets sehr groß ist gegenüber der „Kurbel“-Länge (Exzentrizität)  $r$ .

**Schieber und Ventile.** Die Frage, wann eine Maschine Schiebersteuerung bekommen soll und wann Ventilsteuerung, ist nicht immer leicht zu entscheiden und hängt vielfach ab von dem Verwendungszweck der Maschine. Beide Steuerungsarten haben ihre Vorteile und Nach-

teile. Schiebersteuerungen haben meist den Vorteil großer Einfachheit. Schon mit einem einzigen, einfachgestalteten Schieber, der von nur einem Exzenter angetrieben wird, läßt sich eine für viele Zwecke genügend gute Dampfverteilung erzielen. Der Übelstand der einfachen Schiebersteuerung besteht in der Hauptsache darin, daß große Füllungsänderungen, wie sie bei stark wechselnden Maschinenleistungen vorkommen, meist dadurch erkauft werden müssen, daß die Lage der anderen Hauptpunkte des Diagrammes, also  $VA$ ,  $Co$  und  $VE$  (Abb. 18) mehr oder weniger ungünstig wird. In bezug auf die Ausführung haben Schieber, namentlich in der Bauart als Flachschieber, den Übelstand, daß sie auf die Dauer nicht so leicht dicht zu halten sind und schwerer wiederherzustellen sind als Ventile und daß sie für hochüberhitzten Dampf nur in der Form von Kolbenschiebern brauchbar sind.

Der Hauptvorteil der Ventilsteuerung besteht darin, daß sich mit ihnen jede beliebige Dampfverteilung in verhältnismäßig einfacher Weise erreichen läßt und daß auch eine Regulierung der Füllung in ziemlich weiten Grenzen möglich ist, ohne daß dadurch die Lage der übrigen Hauptpunkte der Dampfverteilung ungünstig beeinflusst wird. Ventilsteuerungen führen daher in der Technik auch häufig den Namen Präzisionssteuerungen. Wenig geeignet erscheint die Ventilsteuerung für Maschinen mit sehr hohen Umdrehzahlen, etwa 200 in der Minute und darüber. Es macht Schwierigkeiten, in solch kurzen Bruchteilen einer Sekunde die Ventile in zuverlässiger Weise auf und nieder zu bewegen und namentlich stoßfrei auf ihren Sitz aufzusetzen, und so kommt es, daß derartige Schnellläufermaschinen, wie sie eine Zeitlang Mode waren, nur mit Schiebersteuerungen ausgeführt werden können. In allerjüngster Zeit wird allerdings eine Ventilsteuerung bei Schnellzugslokomotiven angewendet, bei denen Umdrehzahlen bis zu 300 in der Minute vorkommen. Es ist abzuwarten, wie sich diese Steuerung auf die Dauer bewährt.

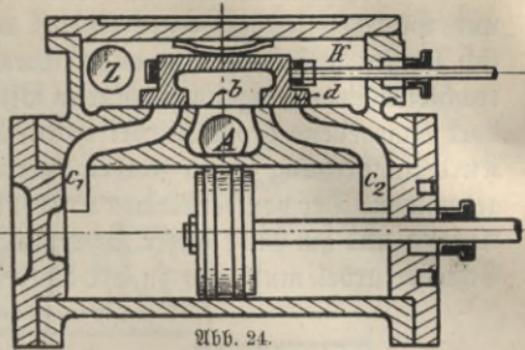
## Zweites Kapitel.

### Schiebersteuerungen.

Abb. 24 stellt den Schnitt durch einen Zylinder einer Dampfmaschine mit einfacher Muschelschiebersteuerung dar. Der bei  $Z$  in den Schieberkasten  $K$  einströmende Dampf wird durch einen auf dem Schieberspiegel  $b$  hin und her gleitenden Schieber  $d$  — wegen seiner Form meist Muschelschieber genannt — bald auf die rechte bald auf die linke Seite des Kolbens geleitet. Der Raum  $A$  steht mit einem Raume außerhalb des Zylinders, also mit der Außenluft oder mit dem Kondensator in Ver-

bindung und so kann der Dampf, der im Zylinder seine Arbeit verrichtet hat, bei passender Stellung des Schiebers durch einen der beiden Kanäle  $c_1$  oder  $c_2$  und den damit in Verbindung gebrachten Raum  $A$  aus dem Zylinder entweichen.

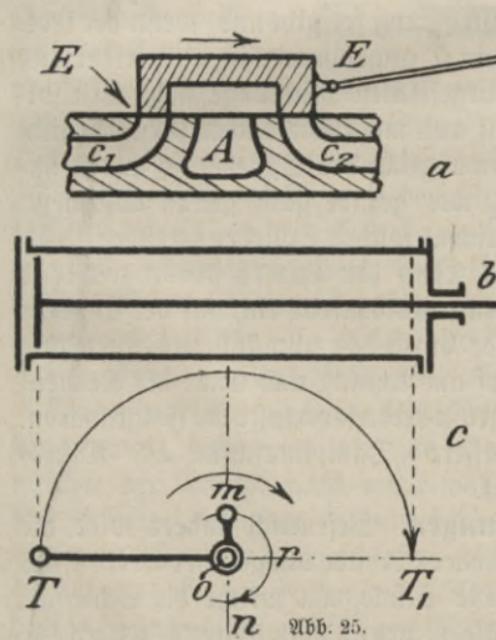
Im folgenden sollen nur die Vorgänge betrachtet werden, die sich auf der linken Kolbenseite abspielen, so daß also für uns auch nur die linke Hälfte des Schiebers in Frage kommt. Die Vorgänge auf der rechten Kolbenseite sind natürlich genau dieselben, nur zeitlich gegen die Vorgänge auf der anderen Kolbenseite verschoben.



**Der Muschelschieber ohne Überdeckung.** Für das Verständnis der Wirksamkeit des Schiebers wird es am einfachsten sein, auszugehen von einem Schieber, wie er in Wirklichkeit nicht ausgeführt wird, dem sogenannten Schieber ohne Überdeckung. Abb. 25 zeigt einen solchen

Schieber, der die beiden Dampfzuführungskanäle  $c_1$  und  $c_2$  eben gerade abschließt. Das muß aber offenbar die Stellung sein, bei welcher sich der Kolben in einer der beiden, z. B. der linken Totlage (Abb. 25 b) befindet; denn soll sich der Kolben nach rechts bewegen, so muß auch der Schieber nach rechts gehen, damit der Dampf durch den Kanal  $c_1$  auf die linke Seite des Kolbens treten kann. Bei Stellung des Schiebers wie in Abb. 26 wird der Kolben irgendeine mittlere Lage im Zylinder einnehmen,

und wenn der Kolben in der rechten Totlage angekommen ist, muß offenbar auch der Schieber (nicht die Schieberkurbel) wieder in der durch Abb. 25 a dargestellten Lage sich befinden. Denken wir uns Kolben



und Schieber je von einer Kurbel und einer sehr langen („unendlich langen“) Schubstange angetrieben, so ergibt sich für die eben betrachteten Bewegungen offenbar ein Bild, wie es Abb. 25 c darstellt. Die dort angegebene große Kurbel ist die Kolbenkurbel. Bei einer halben Kurbelumdrehung ist der Kolben vom Totpunkte  $T$  in den Totpunkt  $T_1$  gekommen. Der von der kleinen Kurbel angetriebene Schieber müßte am Anfang und am Ende dieser Bewegung in seiner Mittellage stehen, die Schieberkurbel muß also zu der Kolbenkurbel unter einem Winkel von

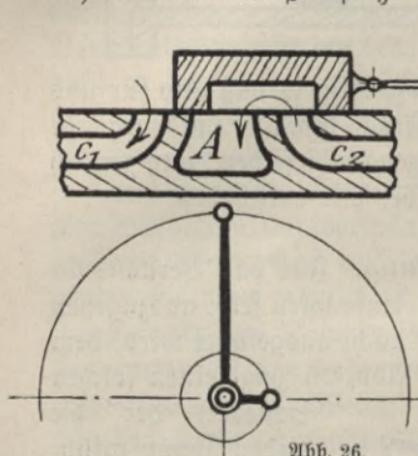


Abb. 26.

90° stehen, sie muß, wie man sagt, der Kolbenkurbel um 90° voreilen und mit ihrem Endpunkte demgemäß in derselben Zeit den Halbkreis  $mrn$  beschreiben. Bei der zweiten Hälfte der Kurbelumdrehung geht der Kolben wieder von  $T_1$  nach  $T$ , während der Schieber zunächst von der Mittellage um das Stück  $or$  (Abb. 25) nach links geht, dabei den Kanal  $c_2$  für die Einströmung freigibt und, wenn der Kolben in  $T$  angekommen ist, auch seinerseits

wieder in der durch Abb. 25 a dargestellten Mittellage steht. Ein solcher Schieber ohne Überdeckung ist aus mehr wie einem Grunde nicht zu brauchen. Zunächst wäre es unmöglich, den Schieber so auszuführen, daß er die Kanäle  $c_1$  und  $c_2$  nur gerade ganz genau abschließt. Das Diagramm, welches sich mit einem solchen Schieber erreichen ließe, wäre zwar theoretisch ein Rechteck, denn der Dampf strömt während des ganzen Kolbenhubes auf der einen Kolbenseite ein, auf der anderen Seite aus. Tatsächlich aber würde durch das allmähliche Öffnen und Schließen der Kanäle  $c$  der Dampf am Anfang und Ende der Kolbenbewegung so stark gedrosselt, daß große Arbeitsverluste die Folge wären. Näheres darüber siehe des Verfassers „Dampfmaschine I“, *MuG* Bd. 393, dritter Abschnitt, Kap. II.

**Der Schieber mit Überdeckungen.** Wesentlich anders wird die Sache, wenn die Wangen des Schiebers breiter ausgeführt werden als die Kanalöffnungen (Abb. 27). Die Stücke, um welche die Schieberwangen breiter sind als die Kanäle  $c$ , nennt man Überdeckungen, sie sind in der Abbildung eng gestrichelt. Offenbar ist es nun aber nicht mehr möglich, diesen Schieber mit derselben Schieberkurbel (an deren Stelle übrigens meist ein Exzenter tritt) anzutreiben wie oben

bei Abb. 25. Denn wenn hier die Schieberkurbel der Kolbenkurbel auch nur um  $90^\circ$  voreilen würde, so müßte ja dann der Kolben schon ein ganz erhebliches Stück seines Weges zurückgelegt haben, ehe der Schieber infolge der Überdeckung endlich den Kanal  $c$  öffnen, den Dampf also in den Zylinder einlassen würde. In der linken

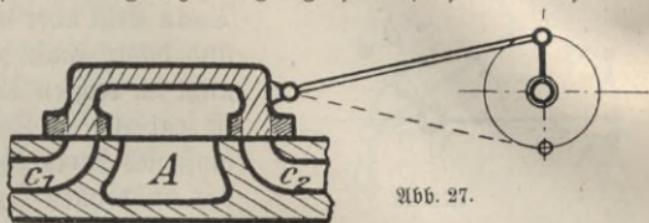


Abb. 27.

Totstellung des Kolbens muß also der Schieber mit seiner linken Kante mindestens ebenfalls an der linken Kante des Kanals  $c_1$  stehen. Tatsächlich macht man es sogar so (Abb. 28), daß das Exzenter (die kleine Schieberkurbel) gegenüber der Stellung in Abb. 25 so weit verdreht wird, daß der Schieber den Kanal  $c_1$  sogar schon etwas geöffnet hat, wenn der Kolben in der linken Totlage angekommen ist, oder mit anderen Worten: der Schieber hat

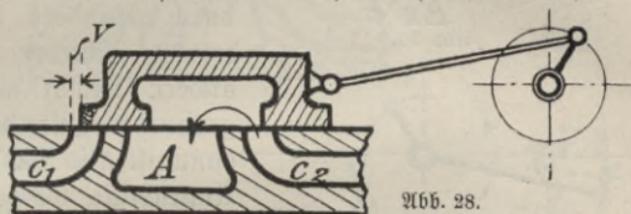


Abb. 28.

mit seiner linken Kante die linke Kanalkante schon erreicht, ehe der Kolben auf seinem Wege von rechts nach links in seiner Totlage angekommen ist. Das ergibt aber eine gegenseitige Stellung der Kurbeln, wie sie in Abb. 29 dargestellt ist, wobei man den Winkel  $\delta$ , um welchen die Schieberkurbel gegenüber der Stellung in Abb. 25 voreilt, als Voreilwinkel zu bezeichnen pflegt. Die gestrichelte Stellung der beiden Kurbeln in Abb. 29 (genauer gesagt: der Kolbenkurbel und des Schieberexzenters) gilt für den Augenblick, wo die linke, doppeltgestrichelte Schieberkante die linke Kante des Kanals  $c_1$  soeben erreicht hat.

**Dampfverteilung beim Muschelschieber.** Mit einer solchen Schiebersteuerung bekommen wir nun aber auch eine Dampfverteilung, bei welcher der Dampf nicht mehr während des ganzen Kolbenhubes in den Zylinder einströmt, sondern bei der schon vor dem Ende des Kolbenhubes der Kanal  $c_1$  abgeschlossen wird. Mit anderen Worten: es tritt jetzt gegen Ende des Kolbenhubes Dampfdehnung (Expansion) ein. Daß dem so ist, erkennt man leicht aus Abb. 30. Die stark ausgezogenen Linien zeigen die Stellungen der beiden Kurbeln in dem Augenblicke, wo der Schieber eben den Kanal  $c_1$  öffnet (siehe die gestrichelte Stellung in Abb. 29). Denkt man sich beide Kurbeln in der Pfeilrichtung gedreht,

so wird offenbar die linke Kante des Schiebers auf dem Rückwege wiederum die linke Kante des Kanals  $c_1$  erreicht haben, den Kanal also abschließen, wenn beide Kurbeln sich um den Winkel  $\alpha$  gedreht haben.

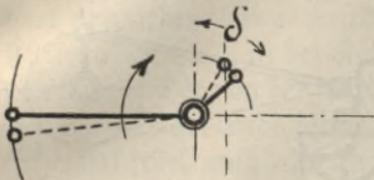


Abb. 29.

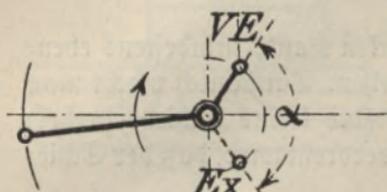


Abb. 30.

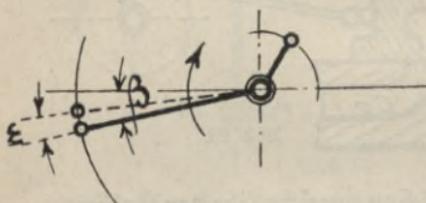


Abb. 31.

Dann steht aber die große Pleuellkurbel und damit auch der Pleuellbolzen noch lange nicht im rechten Totpunkte. Der Dampf ist jetzt also im Zylinder eingesperrt und muß sich darin bis gegen Ende des Hubes ausdehnen (expandieren), ungefähr so, wie es das Diagramm Abb. 2 angibt.

Der Zeitpunkt des Kanalabschlusses und damit das Eintreten der Dampfdehnung oder, mit anderen Worten, die Füllung des Zylinders läßt sich nun hier dadurch verändern, daß man bei ungeändertem Schieber den Voreilwinkel  $\delta$  ändert. Macht man den Voreilwinkel größer (etwa um den Winkel  $\varepsilon$ , Abb. 31), dann ist also die Pleuellkurbel in dem Augenblicke, wo der Schieber den Kanal  $c_1$  öffnet, noch weiter zurück (eben um den Winkel  $\varepsilon$ ), dann steht aber auch bei

Abschluß des Schieberkanals der Pleuellbolzen gegen den rechten Totpunkt  $T_1$  um ebensoviel weiter zurück. Bei Verkleinerung des Voreilwinkels geschieht natürlich das Umgekehrte. Es ergibt sich also: Vergrößerung des Voreilwinkels  $\delta$  bringt weitergehende Dampfdehnung (kleinere Füllung), Verkleinerung des Voreilwinkels verminderte Dampfdehnung (größere Füllung), man erkennt nun aber auch hier schon einen schweren Nachteil der Schiebersteuerungen: Eine Vergrößerung der Dampfdehnung (eine Verkleinerung der Füllung) hat auch eine Vergrößerung der Voreinströmung zur Folge, denn der Dampf strömt ja schon auf die linke Seite des Pleuellbolzens, wenn die Pleuellkurbel noch um den Winkel  $\beta$  von der Anfangslage entfernt ist (Abb. 31), und da aus leicht ersichtlichen Gründen die Voreinströmung nicht zu zeitig eintreten darf, da ja sonst der Pleuellbolzen durch den ihm entgegenströmenden Dampf zu stark aufgehalten würde, so ist man auch mit der Veränderung der Füllung bei dieser Schiebersteuerung an enge Grenzen gebunden.

Betrachten wir noch die Verhältnisse bei der Ausströmung. Steht der Schieber bei der Rückwärtsbewegung wieder in der Mittellage wie

in Abb. 27, dann ergibt sich die stark ausgezogene Kurbelstellung der Abb. 32. Der Kanal wird mit dem Auslaß  $A$  erst dann in Verbindung gebracht (punktierter Pfeil, Abb. 33), wenn die Pleueln die in Abb. 32 und 33 gestrichelt gezeichnete Stellung erreicht haben. Man sieht: die linke Seite des Kolbens wird schon mit der Außenluft in Verbindung gebracht, bevor der Pleuel den Totpunkt  $T_1$  erreicht hat; wir erhalten also

Vorausströmung.

Dieselbe Stellung des Schiebers auf seinem erneuten Gange nach rechts (Schieberrückgang) tritt dann ein, wenn die Pleueln die in Abb. 33 und 34 stark ausgezogene Stellung erreicht haben. Dann kann aber der nun noch auf der linken Pleuelseite im Zylinder befindliche Dampf nicht mehr heraus. Der weiter nach links gehende Pleuel verdichtet (komprimiert) nun den Dampf bis gegen Ende des Hubes, genauer gesagt, bis die Vorausströmung beginnt: Wir erhalten die früher besprochene Kompression (Abb. 18 S. 18).

Man erkennt ohne weiteres, daß Beginn der Vorausströmung und Beginn der Kompression gegenseitig voneinander abhängen, da sie ja durch dieselben Schieberkanten bedingt werden. Es ist gerade so wie mit Expansion und Vorausströmung: Je zeitiger die Kompression beginnen soll, um so zeitiger beginnt die Vorausströmung und umgekehrt. Man erkennt auch, daß beide von der Größe des Pleuelwinkels abhängen, und so ergibt sich also ein weiterer Nachteil der oben besprochenen Füllungsänderung durch Änderung des Pleuelwinkels. Wir stellen noch einmal fest:

**Eigenschaften des Muschelschiebers:** Der einfache Muschelschieber hat den großen Vorteil, daß sich die Füllung des Zylinders in sehr einfacher Weise durch Veränderung des Pleuelwinkels verändern läßt,

Abb. 32.

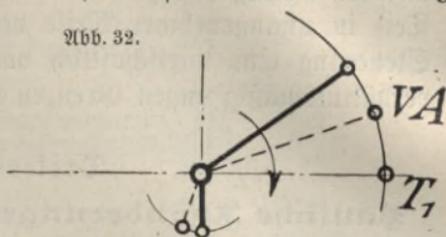


Abb. 33.

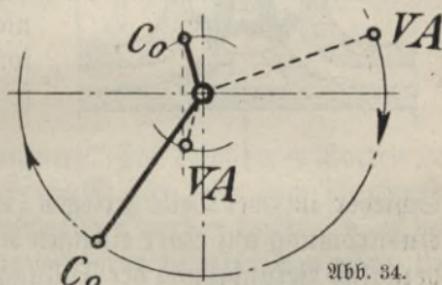
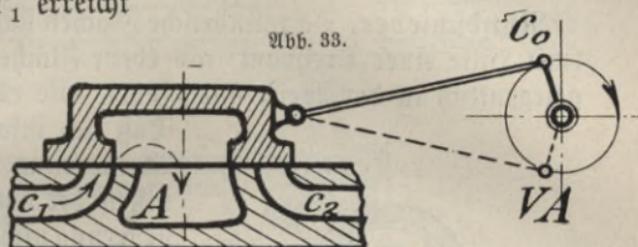


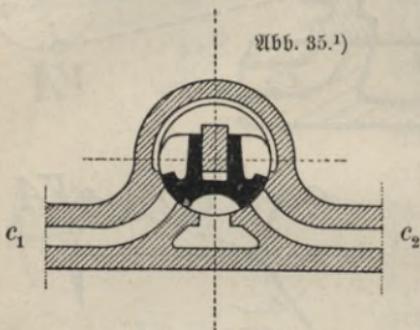
Abb. 34.

er hat aber den Nachteil, daß sich dann auch sofort die Lage sämtlicher anderen wichtigen Punkte des Diagrammes (der Dampfverteilung) zum Teil in unangenehmer Weise verändert, so daß mit dieser Art von Steuerung eine wirtschaftlich vorteilhafte Füllungsänderung nur in verhältnismäßig engen Grenzen möglich ist.

### Drittes Kapitel.

#### Bauliche Abänderungen der einfachen Schiebersteuerung.

**Rundschieber.** Da zylindrische Flächen sich leichter bearbeiten lassen (mit Hilfe einer Drehbank) als ebene Flächen, hat man den Schieber gelegentlich in der Weise ausgeführt, wie es Abb. 35 erkennen läßt.



Daß sich infolge dieser rein baulichen Abänderung an den ganzen Verhältnissen der oben besprochenen Schiebersteuerung nichts ändert, ist ohne weiteres klar. Der Schieber bewegt sich eben hier nicht wie vorher geradlinig hin und her, sondern schwingt in entsprechender Weise um eine Drehachse.

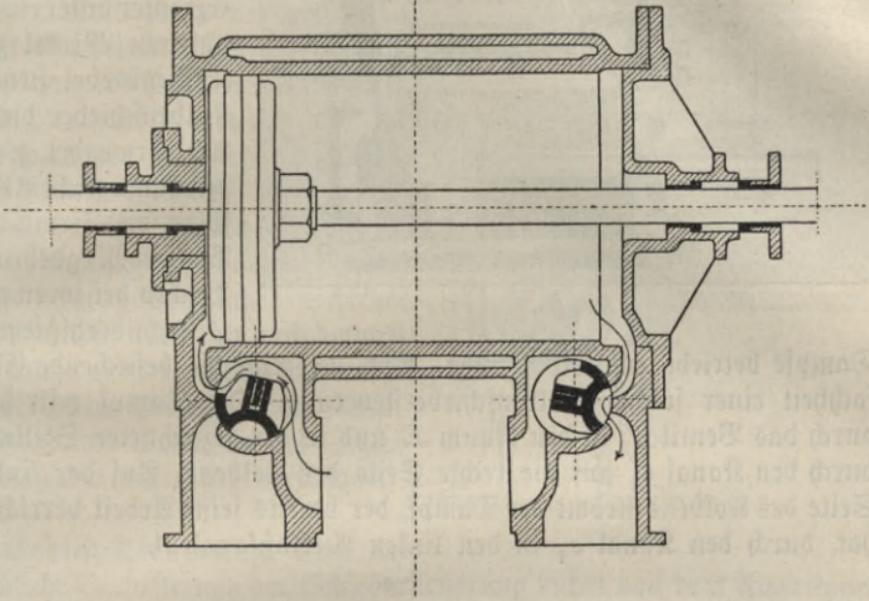
Will man die langen Kanäle  $c_1$  und  $c_2$  vermeiden, so läßt sich ein solcher Schieber in zwei Teile zerlegen (Abb. 36), von denen jeder Ein- und Ausströmung auf einer einzigen Kolbenseite regelt. Auch hier bestehen bezüglich Veränderung der Füllung dieselben Vorteile und Nachteile, wie sie oben bei der einfachen Muschelschiebersteuerung besprochen wurden.

**Kolbenschieber.** Ein großer Nachteil aller bisher erwähnten Schiebersteuerungen ist es, daß der in den Schieberkasten eingeleitete Frischdampf den Schieber mit großer Kraft auf den Schieberpiegel aufdrückt. Die dadurch entstehende Reibung erzeugt Energieverluste, die nur durch mehr oder weniger verwickelte Entlastungsvorrichtungen zum Teil vermieden werden können. Um diesem Übelstande abzuweichen, braucht man den Schieber nur in Form eines Kolbens auszubilden. Abb. 37 zeigt eine Ausführungsform einer solchen Kolbenschiebersteuerung. Die Bedeutung der Buchstaben  $A$ ,  $E$ ,  $c_1$ ,  $c_2$  ist dieselbe wie in Abb. 25 S. 23. An den theoretischen Vorteilen und Nachteilen der früher besprochenen Schiebersteuerung wird auch hier nichts geändert. Da der Dampf aber

1) Abb. 35, 36, 39, 40, 43 aus Musil-Ewing, Wärmekraftmaschinen, Leipzig, V. G. Teubner.

hier nicht mehr einseitig auf den Kolben drückt, ist auch die infolge dieses einseitigen Dampfdruckes auftretende Reibung beseitigt.

Abb. 36.



**Schieber mit innerer Einströmung.** Ein besonderer Vorteil der Kolbenschieber besteht darin, daß sie selbst für sehr hoch überhitzten Dampf —  $300^{\circ}$  und darüber — verwendet werden können, ohne daß ein Verziehen infolge der hohen Temperaturen zu befürchten wäre. Um nun in einem solchen Falle den hochüberhitzten Dampf von jeder Stopfbüchse fernzuhalten, wird häufig die Einrichtung so gewählt, daß Ein- und Ausströmungskanäle gegenüber

der Anordnung in Abb. 37 einfach vertauscht werden. Der Dampf wird dann also durch die Öffnung A (Abb. 24 oder 37) in den inneren Raum des Schiebers hineinge-

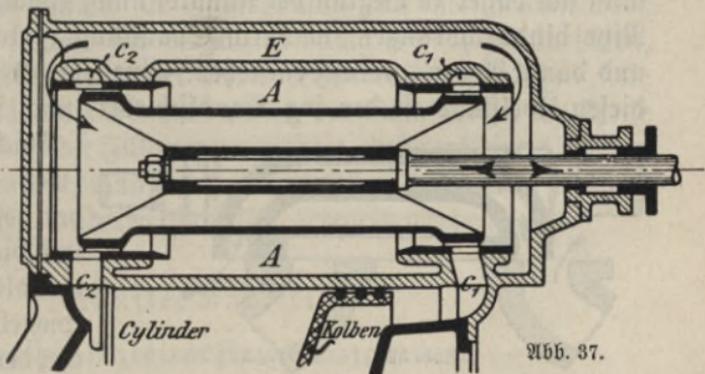


Abb. 37.

leitet und strömt dann, wenn er seine Arbeit im Zylinder verrichtet und sich dadurch stark abgekühlt hat, auf der äußeren Seite des Schiebers durch

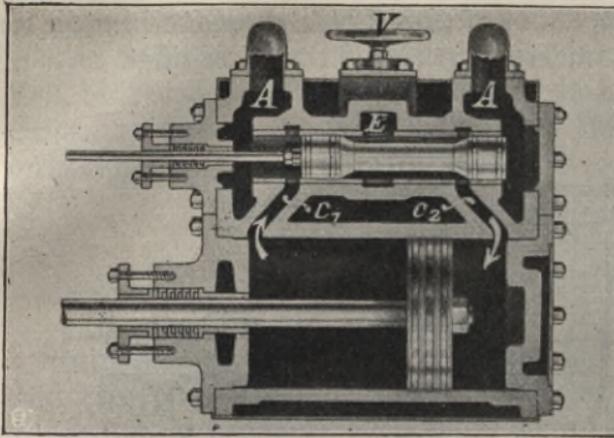


Abb. 38.

das Rohr Z (Abb. 24) wieder aus. Selbstverständlich muß dann auch das Exzenter unter einem anderen Winkel zur Pleuellstange stehen. Pleuellstange dieser Art verwendet z. B. mit vorzüglichem Erfolge die Firma R. Wolf in Magdeburg-Buckau bei ihren mit hochüberhitztem

Dampfe betriebenen Lokomotiven. Abb. 38 zeigt die bestechende Einfachheit einer solchen Pleuellstangesteuerung. Der Dampf tritt hier durch das Ventil V in den Raum E und in der gezeichneten Stellung durch den Kanal  $c_2$  auf die rechte Seite des Pleuellstanges. Auf der linken Seite des Pleuellstanges strömt der Dampf, der bereits seine Arbeit verrichtet hat, durch den Kanal  $c_1$  in den linken Auslaßkanal A.

#### Viertes Kapitel.

##### Verbesserung der einfachen Pleuellstangesteuerung.

**Der Trick-Kanalschieber.** Ein Nachteil der bisher besprochenen Pleuellstangesteuerungen besteht noch darin, daß der Pleuellstange den Eintrittskanal zu langsam (zu schleichend, wie man sagt) eröffnet. Der Dampf muß sich daher zu Beginn der Kanalöffnung zunächst durch eine schmale Ritze hindurchdrängen, wodurch Spannungsverluste (Drosselverluste) und damit Arbeitsverluste entstehen. Eine sehr verbreitete Abhilfe gegen diesen Übelstand ist der sog. Trick-Kanalschieber, nach seinem Erfinder auch

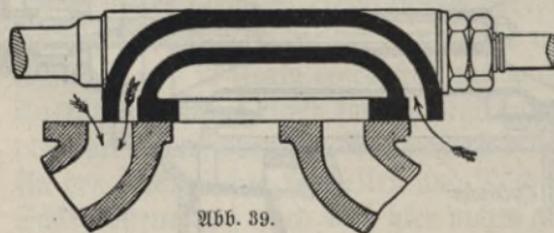


Abb. 39.

Trick-Schieber genannt (Abb. 39). In dem Pleuellstange befindet sich ein Kanal, und die Abmessungen dieses Kanals und des Pleuellstangespiegels (der Fläche, auf welcher der Pleuellstange gleitet) sind nun derart, daß, wie die Abbildung erkennen läßt, bei Öffnung z. B. des linken Kanals der Dampf an zwei Stellen in den linken Kanal

einströmt. Hat also die linke Schieberkante den Dampfeintrittskanal z. B. um 2 mm geöffnet, so hat sich auch der Kanal im Schieber auf der rechten Seite um 2 mm geöffnet, so daß also bei einer Verschiebung des Schiebers um 2 mm nach rechts die wirksame Kanaleröffnung tatsächlich 4 mm beträgt. Der Kanal öffnet sich also doppelt so rasch wie beim gewöhnlichen Schieber und schließt natürlich auch doppelt so rasch, und damit sind die unvermeidlichen Drosselverluste beim Öffnen und Schließen des Schieberkanales wesentlich verringert.

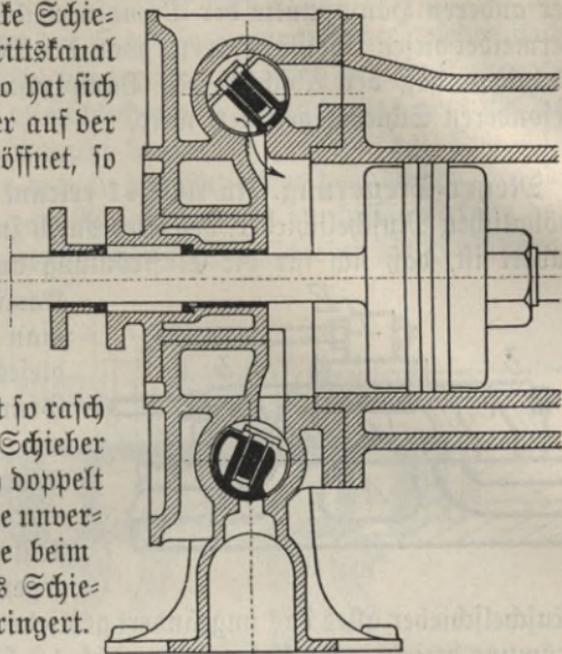


Abb. 40.

**Corliß-Steuerung.** Eine erhebliche Verbesserung der Schiebersteuerung rührt von dem Amerikaner Corliß her. Corliß teilte die in Abb. 36 dargestellten Schieber noch einmal in zwei Teile, führte also für jeden Zylinder vier Schieber, und zwar Drehschieber aus, so daß Einlaß wie Auslaß auf beiden Kolben-seiten je durch einen einzelnen Drehschieber geregelt wurden. Abb. 40 zeigt den Schnitt durch die linke Hälfte einer solchen Maschine mit Corliß-Steuerung. Die Vorteile der Corliß-Steuerung bestehen zunächst einmal darin, daß die Kanäle für Einströmung und Ausströmung sehr kurz werden, ferner läßt es sich verhältnismäßig einfach so einrichten, daß die Antriebsvorrichtungen der beiden Schieber (oder Hähne, wie sie genannt werden) für die Einströmung des Dampfes in der Weise abgeändert werden, daß die Füllung vergrößert oder verkleinert werden kann, ohne daß Voreinströmung und Kompression beeinflusst werden, da sie ja von einem besonderen Schieber geregelt werden.

## Fünftes Kapitel.

### Doppelschiebersteuerungen.

Einer der Hauptfehler der gewöhnlichen Muschelschiebersteuerungen bestand ja darin, daß eine Änderung der Füllung auch eine Änderung

der anderen Hauptpunkte der Dampfverteilung zur Folge hatte. Man vermeidet diesen Übelstand, wenn man den Muschelschieber in der Weise abändert, daß der Abschluß des Dampfzuführungskanals von einem besonderen Schieber gesteuert wird.

**Meyer-Steuerung.** In Abb. 41 erkennt man in der Mitte den gewöhnlichen Muschelschieber, der aber durch zwei Ansätze *b* derart abgeändert ist, daß sich für die Einströmung auch in dem Schieber zwei Kanäle *e*<sub>1</sub> und *e*<sub>2</sub> bilden. Setzt man jetzt oben auf dem Rücken dieses Schiebers, in diesem Falle Grundschieber *G* genannt, einen zweiten Schieber, den sogenannten Dampfdehnungs- oder Expansionschieber *E*, so sieht man zunächst, daß hier gegenüber dem gewöhnlichen

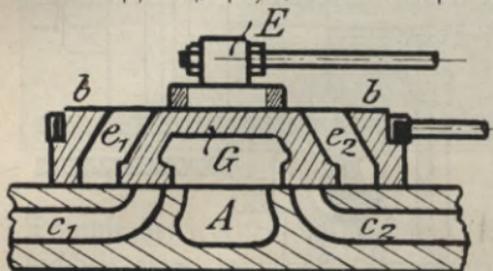


Abb. 41.

Muschelschieber alles das ungeändert geblieben ist, was sich auf die Ausströmung bezieht, also *VA* und *Co* (Abb. 18, S. 18), denn auf die inneren Ranten des mittleren Schieberteiles hat ja der Dampfdehnungsschieber gar keinen Einfluß. Wohl aber wird es sich nun so einrichten lassen, daß der Dampfdehnungsschieber z. B. den Kanal *e*<sub>1</sub> und damit auch die Dampfzufuhr nach dem Zylinder bereits abgeschlossen hat, wenn auch der Kanal *e*<sub>2</sub> noch offen ist, d. h. mit dem Kanal *e*<sub>1</sub> immer noch in Verbindung steht.

Der Antrieb der beiden Schieber geschieht nun durch zwei Exzenter, von denen dasjenige für den Dampfdehnungsschieber *E* gegenüber dem Grundschieberexzenter *G* um ungefähr 90° voreilt. Gehen wir aus von der Stellung der beiden Exzenter, wie sie Abb. 42 *a* darstellt: Der Grundschieber steht hier in der in Abb. 41 gezeichneten Mittellage, der

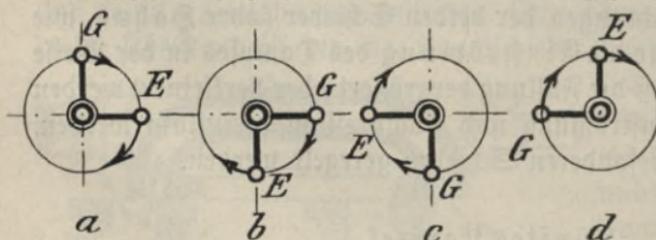


Abb. 42.

Dampfdehnungsschieber *E* steht in seiner rechten Endstellung. Drehen sich jetzt die beiden Exzenter in der Pfeilrichtung, so sieht man, daß der Grundschieber noch weiter nach rechts geht, Abb. 42 *a*, während der Dampfdehnungsschieber bereits nach links geht. Nehmen wir an, bei der Exzenterstellung Abb. 42 *b* habe der Dampfdehnungsschieber den Kanal *e*<sub>1</sub> abgeschlossen,

dann sieht man, daß jetzt beide Schieber nach links gehen. Von der Stellung Abb. 42c an geht der Dampfdehnungsschieber wieder nach rechts, während der Grundschieber weiter nach links geht, mit anderen Worten: der Kanal  $e_1$  wird allmählich wieder geöffnet, was aber für die Dampfverteilung nicht in Betracht kommt, da ja hier (vgl. Abb. 41) der Kanal  $e_1$  doch schon von dem in der Mittellage befindlichen Grundschieber geschlossen ist. In dem Augenblicke, wo durch Einwirkung des Grundschiebers wie beim gewöhnlichen Muschelschieber die Voreinströmung beginnt, ist der Kanal  $e_1$  längst ganz offen, so daß also der Dampfdehnungsschieber auch auf die Voreinströmung ohne Einfluß ist.

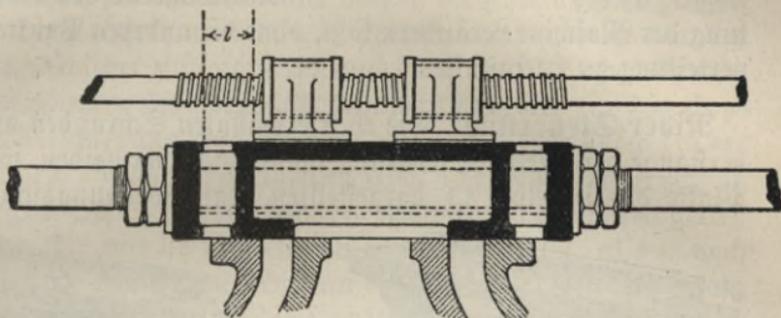


Abb. 43.

Die eben besprochene, etwas verwickelte Einrichtung wäre offenbar zwecklos, wenn es nicht möglich wäre, die Füllung in einfacher Weise zu verändern. Das ist aber mit einer kleinen Abänderung tatsächlich der Fall. Die Füllung des Zylinders, d. h. die Absperrung des Dampfes z. B. von der linken Zylinderseite wird ja dadurch geregelt, daß der Dampfdehnungsschieber sich auf dem Schieber Spiegel nach links bewegt. Je breiter aber der in Abb. 41 gezeichnete Dampfdehnungsschieber  $E$  ist, oder anders ausgedrückt, je weiter die beiden steuernden (doppeltgestrichelten) Kanten des Schiebers  $E$  voneinander entfernt sind, um so eher werden offenbar diese Kanten die Kanäle  $e_1$  und  $e_2$  abschließen und umgekehrt. Abb. 43 zeigt, wie dies zu machen ist. Der in der Abb. 41 gezeichnete Dampfdehnungsschieber  $E$  ist hier in zwei Teile zerlegt und die Schieberstange, auf welcher diese beiden Teile sitzen, ist mit rechts- und linksgängigem Gewinde versehen. Dreht man, auch während des Ganges der Maschine, die Schieberstange des Dampfdehnungsschiebers in der einen Richtung, so gehen die beiden Schieberteile weiter auseinander, die steuernden Kanten (Abb. 41) kommen weiter auseinander, der Dampfdehnungsschieber wird „breiter“, der Dampfabschluß tritt zeitiger ein, die Füllung wird kleiner, die Dampfdehnung größer. Dreht man dieselbe Schieberstange nach der entgegengesetzten Seite, so kommen die beiden Lappen näher zusammen, der Schieber Abb. 41 wird „schmäler“, der Abschluß der Kanäle  $e_1$

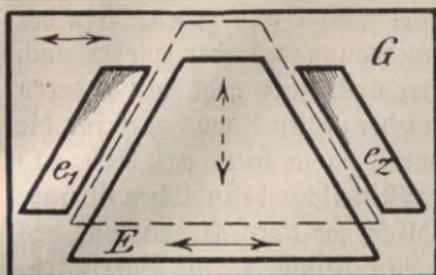


Abb. 44.

lung der Maschine verändern läßt, ohne die anderen Punkte der Dampfverteilung zu beeinflussen.

**Rider-Steuerung.** Die eben erwähnten Schrauben auf der Schieberstange der Meyer-Steuerung könnte man vermeiden, wenn man die Platte des in Abb. 41 dargestellten Dampfdehnungsschiebers *E* als

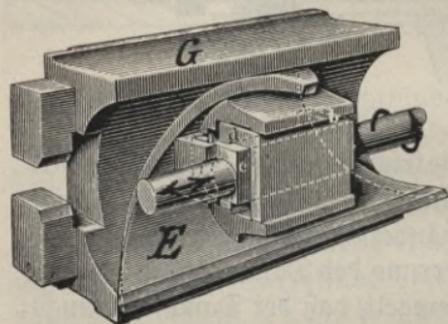


Abb. 45.

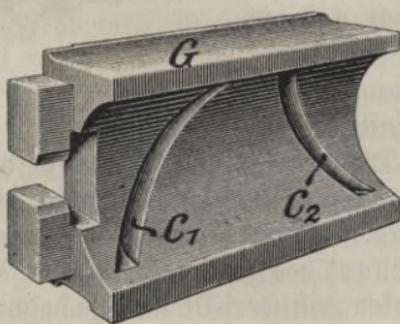


Abb. 46.

Trapez ausführt (Abb. 44) und die Kanäle  $e_1$  und  $e_2$  oben auf dem Rücken des Grundschiebers *G* parallel zu den Seiten des Trapezes ausmünden läßt. Die Abb. 45 stellt also einen Blick auf die obere Fläche

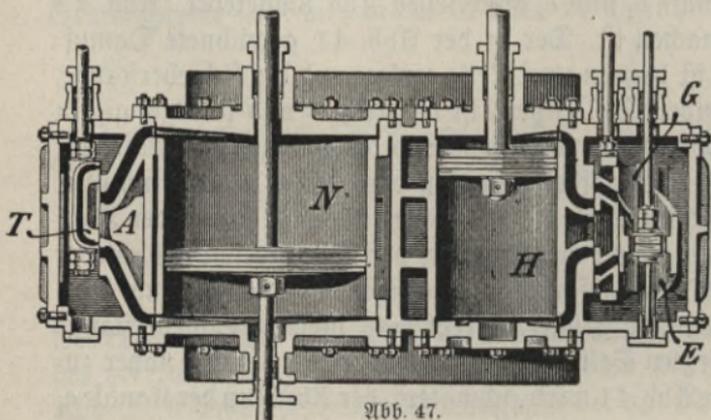


Abb. 47.

des Grundschiebers dar. Die stark ausgezogenen Doppelpfeile geben die Richtung an, in welcher die beiden Schieber, der Grundschieber *G* und der Dampfdehnungsschieber *E*, sich regel-

und  $e_2$  tritt später ein, die Füllung wird größer, die Dampfdehnung kleiner. Die hier durch Abb. 43 dargestellte Doppelschiebersteuerung trägt nach ihrem Erfinder den Namen Meyer-Steuerung. Ihr Vorteil besteht darin, daß sich bei verhältnismäßig einfacher Bauart auch während des Ganges die Fül-

mäßig hin und her bewegen. Soll nun die Füllung kleiner werden, sollen also die Kanäle  $e_1$  und  $e_2$  zeitiger geschlossen werden, so hat man offenbar nur nötig, das Trapez in der Richtung des gestrichelten Pfeiles nach oben zu verschieben. Dadurch wird, wie verlangt, der Schieber sozusagen breiter, d. h. seine Kanten treten beiderseits näher an die Kanten der Kanäle  $e_1$  und  $e_2$  heran, die Kanäle werden also bei gleicher Bewegung der beiden Schieber zeitiger geschlossen. Bewegt man das Trapez nach unten, so tritt natürlich das Entgegengesetzte ein: die Schieberkanten entfernen sich von den Kanalkanten, die Füllung wird größer.

Ganz besonders einfach wird diese Art der Bewegung, wenn man den Dampfdehnungsschieber und natürlich auch die obere Fläche des Grundschiebers als Teil einer Zylinderfläche gestaltet (Abb. 45<sup>1</sup>). Die obenbeschriebene „Verschiebung“ des Trapezes nach oben oder unten (in der Richtung des gestrichelten Doppelpfeiles Abb. 45) erfolgt dann einfach durch Drehung der Schieberstange (siehe den gewundenen Pfeil in Abb. 45), eine Bewegung, die mit Leichtigkeit von einem Regulator, also je nach Bedarf selbsttätig ausgeführt werden kann, was bei der Meyer=Steuerung weniger einfach zu machen ist. Die Kanäle  $c_1$ ,  $c_2$  (Abb. 46) entsprechen den Kanälen  $e_1$ ,  $e_2$  der Abb. 44.

Steuerungen dieser Art werden nach dem Namen ihres Erfinders Rider=(sprich Reider=)Steuerungen genannt.

Abb. 47 zeigt die Steuerung einer zweistufigen Verbundmaschine. Der Hochdruckzylinder  $H$  dessen Füllung in ziemlich weiten Grenzen veränderlich sein soll, besitzt Rider=Steuerung mit Grundschieber  $G$  und Dampfdehnungsschieber  $E$ . Die Steuerung des Niederdruckzylinders  $N$  geschieht durch einen Kanalschieber  $T$ . Die Abbildung stammt aus einer Drucksache der Lokomobilfabrik R. Wolf (Magdeburg-Buckau).

## Sechstes Kapitel.

### Ventilsteuerungen.

Ventilsteuerungen haben im allgemeinen einen verwickelteren Aufbau als Maschinen mit Schiebersteuerungen, schon deswegen weil hier für Einlaß und Auslaß des Dampfes auf jeder Seite stets je ein besonderes Ventil vorhanden ist, welches durch gewisse mehr oder minder verwickelte Hebelanordnungen bewegt wird. Ventilsteuerungen finden sich daher nur bei Maschinen für größere Leistungen, wenn es darauf ankommt, möglichst vollkommene Dampfverteilung auch bei stark wechselndem Leistungsbedarfe zu erzielen.

1) Aus Scholl, Führer des Maschinisten, Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn.

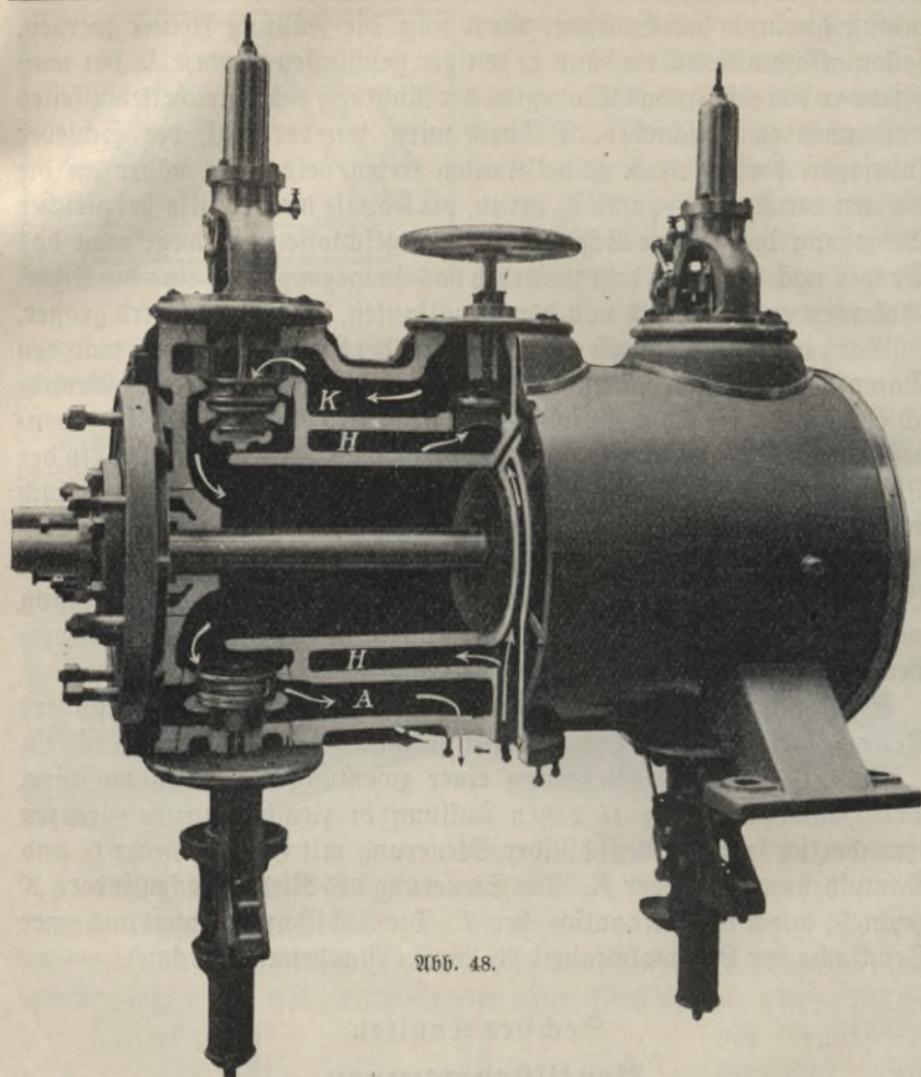


Abb. 48.

Die Anordnung der Ventile im Zylinder geschieht meist nach Abb. 48. Die Ventile befinden sich am Ende des Zylinders, und zwar die Einlaßventile oben, die Auslaßventile unten, um ein bequemes Abfließen von Wasser, das sich etwa im Zylinder gebildet hat, zu ermöglichen. Da der Dampf das Schließen der Ventile unterstützen soll, geschieht das Öffnen sämtlicher Ventile stets in der Richtung von unten nach oben. Die Abb. 48 zeigt einen Schnitt durch den Zylinder einer solchen eben beschriebenen Ventilmachine von Gebrüder Sulzer. Der Dampf tritt von unten in den Zylindermantel *H* ein, umspült dabei den inneren Zylinder und gelangt dann durch das von Hand zu öffnende

Absperrventil in den oberen Raum  $K$  und von da durch die Einlaßventile in das Innere des Zylinders. Die Einlaßventile dieser Maschine haben vier Sitzflächen und demgemäß auch vier Durchtrittsöffnungen für den Dampf, um bei der Öffnung der Ventile Drosselverluste nach Möglichkeit zu vermeiden. Näheres über diese vierseitigen Ventile siehe

des Verfassers „Maschinenelemente“, (A. N. G. B. 301), Abschnitt „Ventile“.

Um eine möglichst bequeme Zugänglichkeit aller

Ventile und damit eine möglichst große Betriebssicherheit zu erreichen, glaubte man früher namentlich bei Fördermaschinen für Bergwerke die Anordnung nach Gerippfskizze Abb. 49 u. 50 (Ventile in einer Reihe neben dem Zylinder) anwenden zu müssen. Der Nachteil dieser Anordnung besteht aber darin, daß hier der Dampf verhältnismäßig lange Wege zurücklegen muß, bevor er in den Zylinder gelangt, so daß man in neuerer Zeit diese Ausführung verlassen hat.

**Antrieb der Ventile.** Gleichlaufend mit der Achse des Zylinders befindet sich in der Regel eine Welle (mitunter auch eine hin und her gehende Stange)  $W$  (Abb. 50—54), von welcher die Bewegung der Ventile in geeigneter Weise abgeleitet wird. Dies kann im wesentlichen auf dreierlei Weise geschehen: Erstens durch Exzenter und schwingende Hebel, zweitens durch umlaufende Welle mit unrunder Scheiben und drittens vermöge gewisser mehr oder weniger verwickelter Hebelanordnungen, die man zusammenfassend als Präzisionssteuerungen zu bezeichnen pflegt.

**Exzenterantrieb.** Die Gerippfskizze einer Ventilsteuerung der ersten Art, mit Exzenterantrieb und schwingenden Hebeln, zeigt Abb. 51. Die Ventile müssen hier nach Gerippfskizze 49 gleichlaufend zu der Achse des Zylinders, und zwar seitlich nebeneinander, angeordnet sein. Man erkennt, wie die durch ein Exzenter angetriebene hin und her gehende Stange  $S$  zunächst die bei-

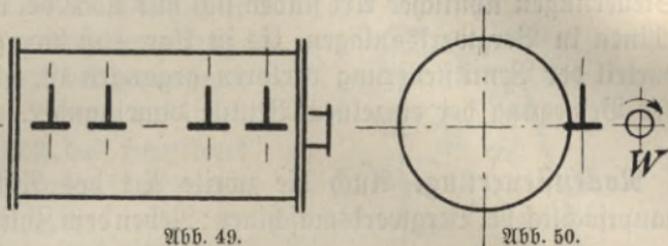


Abb. 49.

Abb. 50.

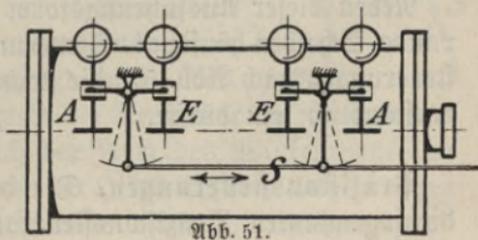
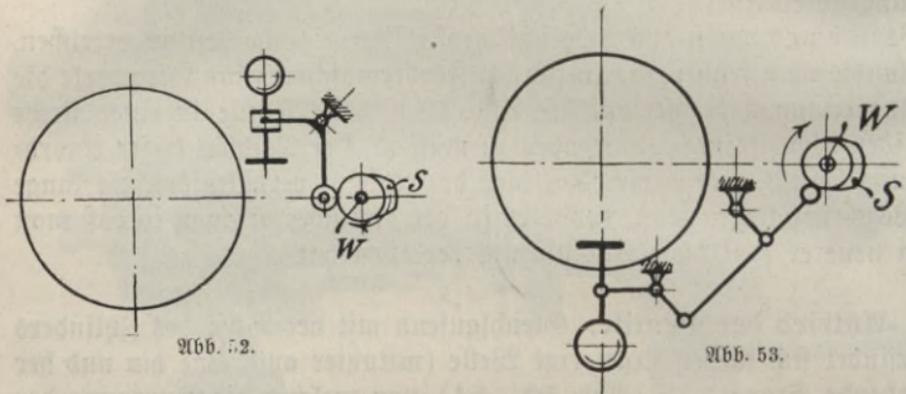


Abb. 51.

den Winkelhebel in Bewegung setzt, die ihrerseits wieder abwechselnd das Einlaßventil *E* der einen Zylinderseite gleichzeitig mit dem Auslaßventile *A* der anderen Zylinderseite anheben. Die Ventile sind oben durch Kugeln oder durch Federn belastet, damit sie schon aus eigener Kraft das Bestreben haben, wieder auf ihren Sitz herunterzusinken. Steuerungen ähnlicher Art finden sich nur noch bei älteren Fördermaschinen in Bergwerksanlagen. Es ist klar, daß hier gerade der Hauptvorteil der Ventilsteuerung verloren gegangen ist, die Unabhängigkeit der Bewegung der einzelnen Ventile voneinander.

**Rockensteuerung.** Auch die zweite Art des Antriebes findet sich hauptsächlich bei Bergwerksmaschinen: Neben dem Zylinder, gleichlaufend



mit seiner Achse, ist eine Welle, die Steuerwelle *W* (Abb. 52), angeordnet, welche von der Hauptwelle der Maschine durch ein Regelrädlerpaar in Umdrehung versetzt wird. Auf dieser Welle befinden sich Scheiben oder Hülfsen mit Vorsprüngen (Nocken) *S*, welche bei der Drehung der Steuerwelle Winkelhebel antreiben und so die am anderen Arme der Winkelhebel befindlichen Ventile anheben. Die Zurückbewegung der Ventile auf ihren Sitz geschieht wieder durch Gewichts- oder Federbelastung. Genaueres über diese Steuerung soll noch später bei Besprechung der Umsteuerungen gesagt werden.

Neben dieser Ausführungsform findet sich die Steuerung durch un-  
runde Scheiben häufig als Steuerung der Auslaßventile bei Präzisions-  
steuerungen nach Abb. 53, die nach dem Vorhergehenden ohne weiteres  
verständlich sein dürfte.

**Präzisionssteuerungen.** Die dritte Klasse der Ventilsteuerungen, die sogenannten Präzisionssteuerungen, ist derartig umfangreich, daß

es unmöglich ist, hier auch nur eine Übersicht der wichtigsten dieser Steuerungen in Beispielen vorzuführen. Man kann sie vielleicht wieder in zwei größere Gruppen einteilen: Die eine Gruppe ist die der Ausklinksteuerungen, bei denen das Ventil von der Steuerung nur angehoben wird, dann von dem Gestänge abschnappt und durch Federkraft frei auf seinen Sitz herunterfällt. Die zweite Gruppe ist die der sogenannten zwangsläufigen Steuerungen, bei denen auch das Niedersehen der Ventile auf ihren Sitz nach einem durch das Hebelwerk der Steuerung bestimmten Gesetze vor sich gehen muß.

Frei fallend sind übrigens stets nur die Einlaßventile, während die Auslaßventile grundsätzlich durch einfache zwangsläufige Steuerungen etwa nach Abb. 53 angetrieben werden.

Abb. 54 zeigt in einer Gerippskizze den Grundgedanken einer Ausklinksteuerung. Die Stange  $S$  wird durch ein auf der Steuerwelle  $W$  sitzendes Exzenter (dargestellt durch die kleine Kurbel) in hin und her schwingende und gleichzeitig auf- und abwärts gehende Bewegung versetzt. Die auf der Stange  $S$  sitzende Nase  $K$  erfährt dabei den rechten Arm des Doppelhebels  $H$ , zieht ihn nach unten und schnappt dann von dem Hebel ab, wobei das Ventil durch Federkraft (in der Abbildung ist der Einfachheit wegen statt dessen eine Gewichtsbelastung durch eine Kugel gezeichnet) auf seinen Sitz auffällt.

Um hier ein früheres oder späteres Abschnappen der Nase und dadurch eine kleinere oder größere Füllung, mit anderen Worten ein Regulieren des Ganges der Maschine bei wechselndem Leistungsbedarf zu erzielen, befindet sich die Nase in Wirklichkeit nicht, wie es in Abb. 54 der Übersichtlichkeit wegen zunächst gezeichnet wurde, unmittelbar an der Stange  $S$ , sondern noch an einem besonderen Winkelhebel (Abb. 55), welcher zwar an dem oberen Drehpunkte der Stange  $S$  angehängt, aber außerdem noch von dem Regulator der Maschine beeinflusst wird. Soll die Füllung verkleinert werden, so zieht der Regulator die Zugstange  $Z$  nach abwärts. Dadurch bewegt sich der Arm des Winkelhebels, an welchem die Nase sitzt, nach rechts und der Hebel  $H$  (Abb. 54) schnappt zeitiger ab; das Einlaßventil schließt also früher, die Füllung wird

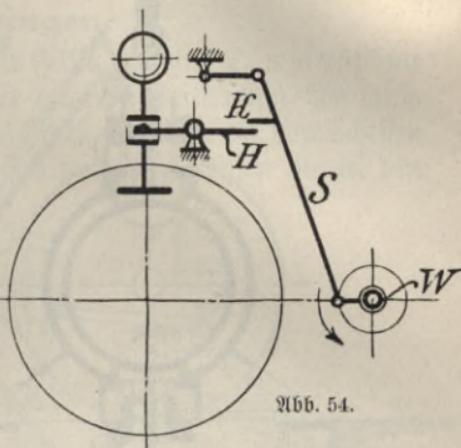


Abb. 54.

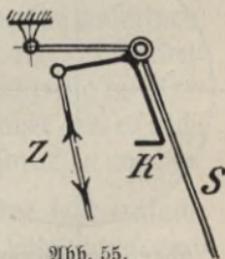


Abb. 55.

kleiner. Das Umgekehrte tritt ein, wenn die Zustange *Z* nach oben bewegt wird.

Steuerungen dieser Art werden z. B. von der Firma Gebr. Sulzer in Winterthur ausgeführt. Abb. 56 zeigt eine ähnliche Steuerung der

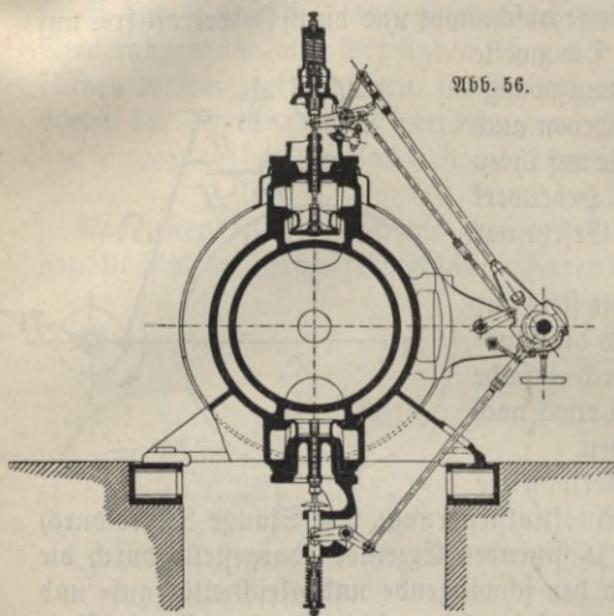


Abb. 56.

Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

Als Beispiel einer zwangsläufigen Ventilsteuerung diene die Gerippfskizze Abb. 57, welche die Verhältnisse einer Radovanovic-Steuerung darstellen. Das rechte Ende des Lenkers *ab* wird von dem auf der Steuerwelle *W* befindlichen Exzenter im Kreise herumbezwegt, während eine Art Kreuzkopf (dargestellt durch den Zapfen *c*), der in dem mittleren Teile des Lenkers angebracht ist, in einer Gleitbahn *G* hin und her

gleitet. Das linke Ende *b* des Lenkers und damit die Stange *S* macht eine auf- und abwärts gehende Bewegung, wodurch das Ventil, wie man leicht erkennt, vermittle des Wälzungshebels *H* gehoben und gesenkt wird.

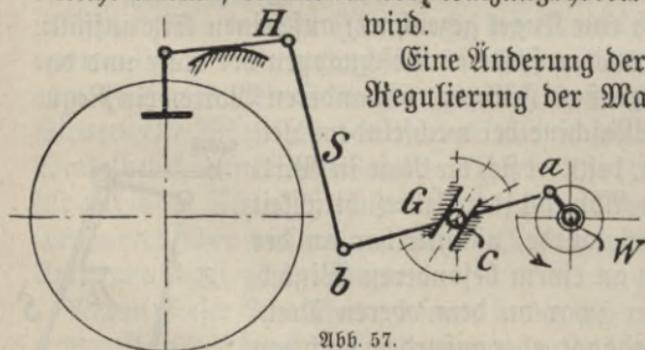


Abb. 57.

Eine Änderung der Füllung und damit eine Regulierung der Maschine wird dadurch erreicht, daß der Regulator die Neigung der Gleitbahn *G* ändert. Bei genauer Untersuchung zeigt sich dann, daß dadurch das Ende *b* des Lenkers einen größeren

oder geringeren Ausschlag macht und so das Ventil später oder früher den Dampfzutritt zum Zylinder absperret. Abb. 58 zeigt eine Ausführung der Radovanovic-Steuerung mit der baulichen Abänderung (gegenüber der Gerippfskizze Abb. 57), daß hier nicht die Gleitbahn vom Regulator verdreht wird, sondern der hin und her gleitende Stein

c, während sich die Gleitbahn in einer innerhalb des Lenkers drehbaren Scheibe befindet. Die Bewegungsverhältnisse sind genau dieselben, wie die durch Abb. 57 dargestellten.

## Siebentes Kapitel.

### Umsteuerungen.

Zahlreich sind im Maschinenbau die Fälle, wo eine Dampfmaschine sich bald nach der einen bald nach der anderen Seite umdrehen muß. Man denke nur an Lokomotiven, an Maschinen zum Antriebe von Schiffen Winden, Kranen usw., und es fragt sich nun, wie müssen die in den vorhergehenden Kapiteln besprochenen Steuerungen umgestaltet werden, um den Maschinen eine solche Arbeitsweise zu gestatten. Grundsätzlich neue Arten von Steuereinrichtungen kommen dabei nicht zur Anwendung, die „Umsteuerungen“, wie sie genannt werden, sind

nur eine weitere Ausbildung der beiden früher genannten Hilfsmittel

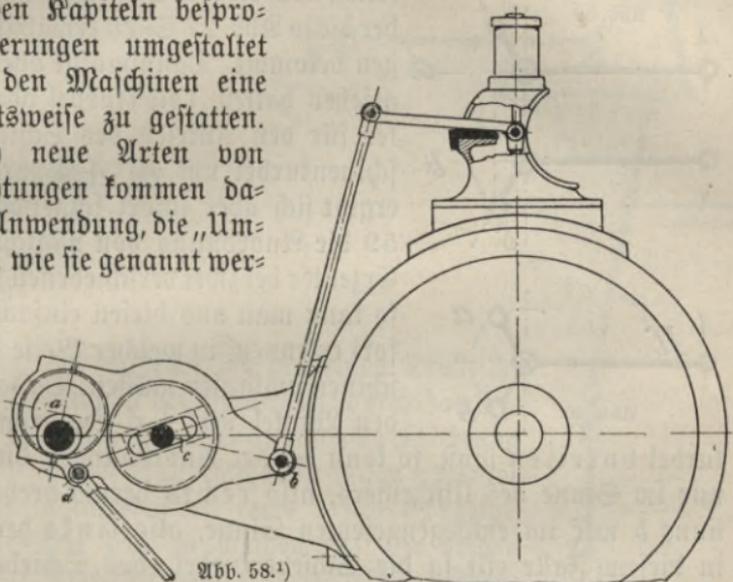


Abb. 58.1)

des Schiebers und der Ventile. Eine Eigenschaft haben sämtliche Umsteuermaschinen, oder wie sie auch genannt werden, Reversiermaschinen, gemein: sie müssen mindestens zwei Zylinder mit je einem eigenen Kurbelgetriebe besitzen, und diese Kurbeln dürfen niemals gleichzeitig im Totpunkte stehen. Umsteuermaschinen mit nur einem Zylinder gibt es nicht und kann es nicht geben aus Gründen, welche oben S. 5 besprochen wurden.

**Bertauschen der Ein- und Ausströmkanäle.** Eine sehr einfache Umsteuerung erhält man, wenn man z. B. bei einer Steuerung nach Abb. 25 a die Anordnung so trifft, daß der Dampf einmal auf der Seite E eintritt, bei A austritt, das andere Mal umgekehrt: bei A eintritt und

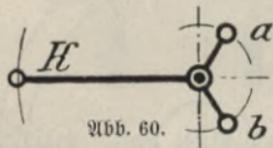
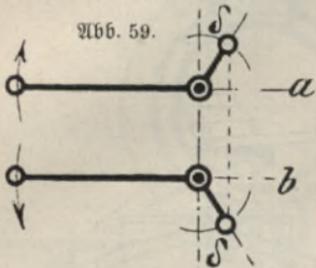
1) Abb. 56 und 58 aus Perry-Meuth, Die Dampfmaschine, Leipzig, B. G. Teubner.

bei  $E$  austritt. Umsteuerungen dieser Art sind nur möglich bei einem Schieber, der wenigstens annähernd so gebaut ist, wie es Abb. 25 zeigt, also bei einem Schieber ohne oder mit ganz geringen Überdeckungen, die Maschinen können daher auch nur mit Vollfüllung arbeiten (vgl. S. 24), der Dampfverbrauch wird groß, so daß derartige Umsteuerungen nur für kleinere Maschinen anwendbar sind, bei denen es vor allen Dingen auf große Einfachheit ankommt.

**Kulissensteuerung.** Es war auf S. 25 nachgewiesen worden, daß eine Muschelschiebersteuerung nur dann eine richtige Dampfverteilung (etwa nach Abb. 2 S. 2) ergibt, wenn der Schieber die in Abb. 27 S. 25 erwähnten Überdeckungen bekommt. Dann mußte aber auch, wie wir gesehen hatten, (die Kurbel oder) das Exzenter für den Antrieb des Schiebers der Maschinenkurbel um  $90^\circ + \delta$  voreilen. Daraus ergibt sich aber sofort folgendes: Stellt Abb. 59 die Anordnung von Maschinenkurbel und Exzenter bei zwei verschiedenen Maschinen vor, so kann man aus diesen einfachen Skizzen sofort erkennen, in welcher Weise die beiden Maschinen umlaufen müssen. Da das Exzenter um den Winkel  $90^\circ + \delta$  der großen Maschinen-

kurbel voreilen muß, so kann bei der Anordnung  $a$  die Maschine sich nur im Sinne des Uhrzeigers, also rechts herum drehen, bei Anordnung  $b$  nur im entgegengesetzten Sinne, also links herum, denn nur in diesem Falle eilt ja die Schieberkurbel (das Schieberexzenter) der Maschinenkurbel um den Winkel  $90^\circ + \delta$  vor.

Damit haben wir nun zunächst einen Fingerzeig, wie es anzustellen ist, um die Drehrichtung einer Maschine zu ändern: Man könnte die Maschine anhalten, das Exzenter aus der Lage  $a$  (Abb. 59) in die Lage  $b$  bringen und die Maschine dann wieder in Gang setzen. Selbstverständlich ist eine solche umständliche Verstellung des Exzenters für häufig zu wiederholende Umsteuerungen unmöglich. Dagegen läßt sich das ganze Verfahren sehr einfach gestalten, wenn wir von vornherein gleich zwei Exzenter dicht nebeneinander auf die Maschinenwelle setzen, so daß wir eine Anordnung bekommen, wie sie Abb. 60 darstellt. Man nennt dann wohl  $a$  das Vorwärtsexzenter, das auf der Welle dicht daneben (in der Abb. 60 dahinter) liegende Exzenter  $b$  das Rückwärtsexzenter. Es kommt nun darauf an, die Anordnung so zu treffen, daß



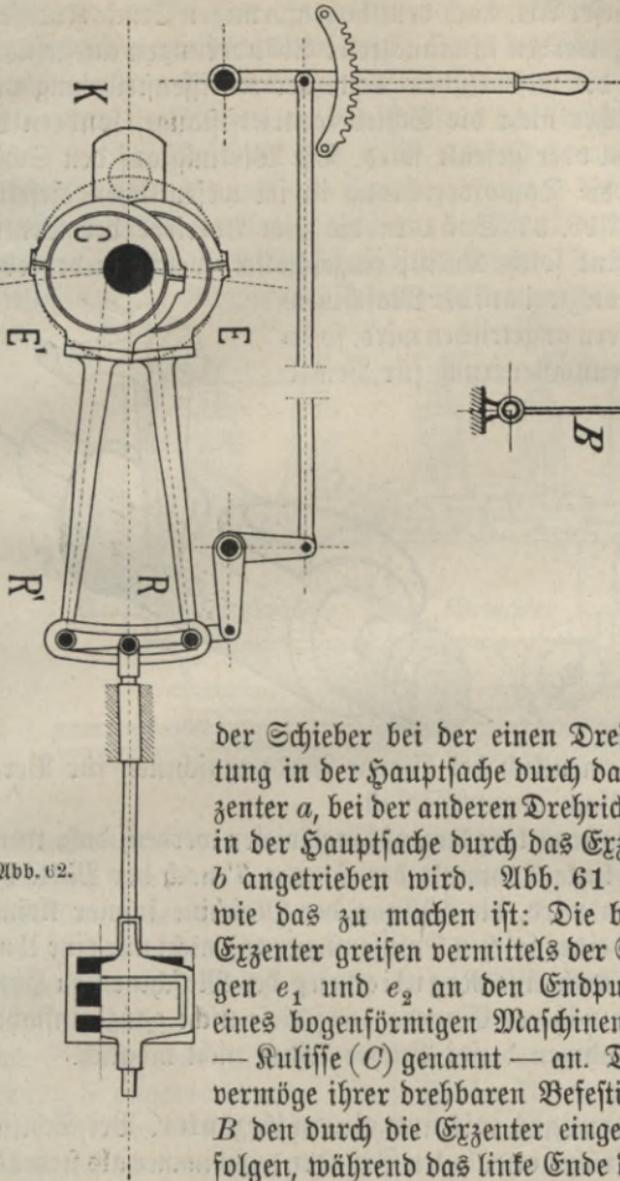


Abb. 62.

der Schieber bei der einen Drehrichtung in der Hauptsache durch das Exzenter  $a$ , bei der anderen Drehrichtung in der Hauptsache durch das Exzenter  $b$  angetrieben wird. Abb. 61 zeigt, wie das zu machen ist: Die beiden Exzenter greifen mittels der Stangen  $e_1$  und  $e_2$  an den Endpunkten eines bogenförmigen Maschinenteiles

— Kulisse ( $O$ ) genannt — an. Die Kulisse selber kann vermöge ihrer drehbaren Befestigung an der Stange  $B$  den durch die Exzenter eingeleiteten Bewegungen folgen, während das linke Ende der zum Antriebe des Schiebers dienenden Stange  $T$  in der Kulisse verschoben werden kann.

Es dürfte nun wohl folgendes einleuchten: Steht die Stange  $T$  in der gezeichneten Stellung, so wird die Bewegung des Schiebers  $S$  in erster Linie durch das Exzenter  $a$  beeinflusst, die Maschine läuft rechts herum. Steht die Stange  $T$  in der punktierten Stellung, so überwiegt der Einfluß des Exzenter  $b$ , die Maschine läuft links herum.

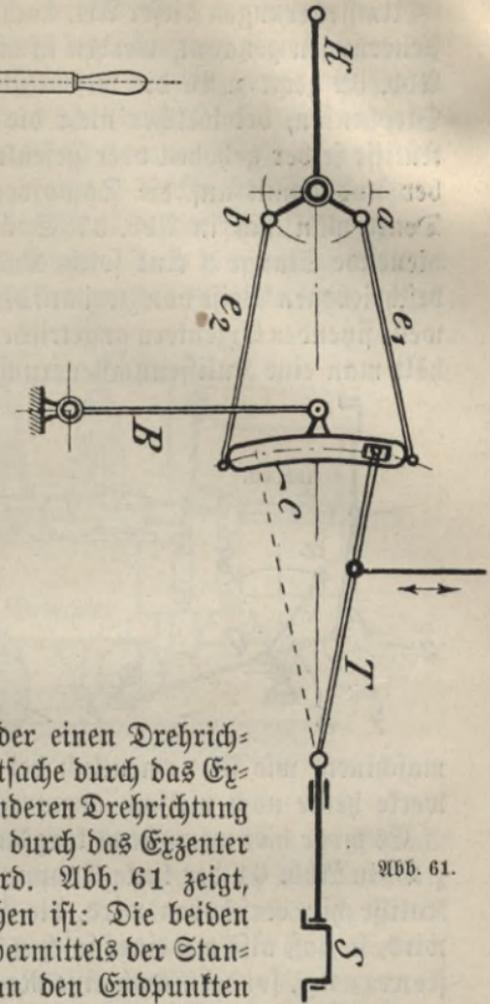


Abb. 61.



Schwinge, welche von Hand entweder in die Stellung *a* oder in die Stellung *b* gebracht werden kann. Steht die Schwinge *S* in der gezeichneten Stellung *a*, so bewegt sich bei Drehung des Exzenters der Punkt *Q* in einem Kreisbogen um den Punkt *a*, der Punkt *P* beschreibt dann die Kurve 1, die Maschine geht z. B. rechts herum. Wird dagegen die Schwinge *S* in die punktierte Lage *b* gebracht, so beschreibt *Q* bei Drehung des Exzenters einen Kreisbogen um den Punkt *b*, der Punkt *P* beschreibt die Kurve 2: die Maschine läuft links herum. Auch hier haben mittlere Stellungen der Schwinge *S* kleinere Füllungen des Zylinders zur Folge.

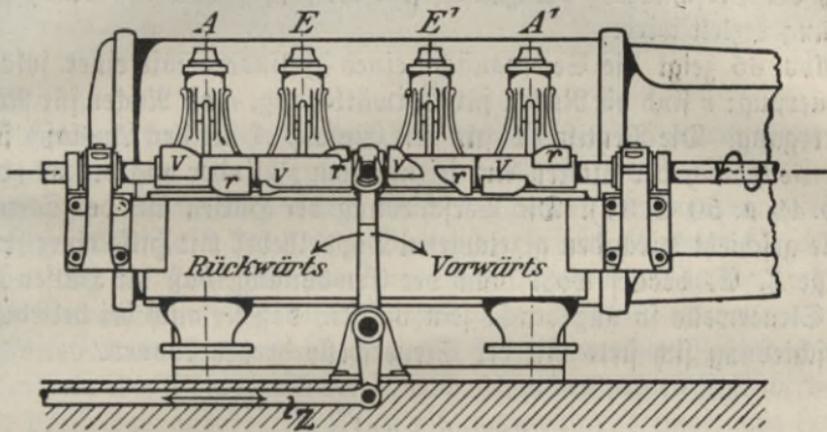


Abb. 65.

**Umsteuerung vermittelt unrunder Scheiben.** Eine im Grundgedanken sehr einfache Art der Umsteuerung ergibt sich durch weitere Ausbildung der Ventilsteuerung Abb. 52. Das dort ange deutete Ventil wurde, ebenso wie die anderen drei Ventile des betreffenden Zylinders, dadurch zur richtigen Zeit und in der richtigen Weise geöffnet und geschlossen, daß auf der sich drehenden Steuerwelle *W* für jedes Ventil eine Scheibe oder Hülse faß, auf welcher an geeigneter Stelle ein Vorsprung *S* angebracht war. Diese Hülßen könnte man nun offenbar bei einer bestimmten Kolbenstellung rasch durch andere Hülßen ersetzt denken, bei denen der jedesmalige Vorsprung *S* so angeordnet ist, daß die Ventile zu ganz anderen Zeiten als vorher geöffnet und geschlossen werden, so zwar, daß die Maschine bei Benützung dieser zweiten Hülßen die entgegengesetzte Drehrichtung bekommt. In Wirklichkeit läßt sich das so ausführen, daß, wie Abb. 64<sup>1)</sup> zeigt, die Hülßen etwas länger gemacht

1) Abb. 64 und 65 nach Skizzen aus: Volk, Geräte und Maschinen zur bergmännischen Förderung, Leipzig, A. Felix.

werden und auf ihnen für jedes Ventil zwei solcher Vorsprünge oder, wie man auch sagt, Nocken ( $S_v$  und  $S_r$ ) angebracht werden. Verschiebt man die sämtlichen Hülsen zusammen auf der Steuerwelle, und zwar so weit, daß nicht mehr Nocken  $S_v$ , sondern Nocken  $S_r$ , den Winkelhebel zum Öffnen des Ventils betätigt, so wird dadurch auch die Drehrichtung der Maschine geändert. Der große Vorteil dieser Steuerung, welche bei neuzeitlichen Dampffördermaschinen für Bergwerke fast ausschließlich angewendet wird, besteht darin, daß man die Vorsprünge oder Nocken auf den Hülsen, wie Abb. 64 erkennen läßt, so gestalten kann, daß je nach der Verschiebung der Hülsen jede beliebig gewünschte Dampfverteilung erzielt wird.

Abb. 65 zeigt die Seitenansicht eines Zylinders mit einer solchen Steuerung:  $v$  sind die Nocken für Vorwärtsgang,  $r$  die Nocken für Rückwärtsgang. Die Ventile ( $E$  für den Einlaß,  $A$  für den Auslaß) sind hier noch nach der älteren Art seitlich vom Zylinder angeordnet (vgl. Abb. 49 u. 50 S. 37). Die Verschiebung der Hülsen auf der Steuerwelle geschieht durch den gezeichneten Doppelhebel mit Hilfe einer Zugstange  $Z$ . Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß die Hülsen auf der Steuerwelle so angebracht sein müssen, daß sie auch bei beliebiger Verschiebung sich stets mit der Steuerwelle drehen können.

## Achtes Kapitel.

### Die Gleichstrommaschine.

Großes Aufsehen und zum Teil erregte Kämpfe hatte in den letzten Jahren eine Dampfmaschinenbauart hervorgerufen, welche von ihrem Erfinder, Professor Stumpf in Charlottenburg, den Namen Gleichstromdampfmaschine erhalten hat. Die Erfolge, welche mit dieser Maschine schon bei ihren ersten Ausführungen bezüglich geringen Dampfverbrauches erzielt wurden, sind so bedeutend, daß es geboten erscheint, etwas näher auf diese Maschinengattung einzugehen, die man genauer bezeichnen könnte als eine Maschine, bei welcher der Einlaß durch Ventile, der Auslaß durch einen Kolbenschieber gesteuert wird. Das Eigentümliche dabei ist aber, daß als Kolbenschieber für die Steuerung des Dampfauslasses der Maschinenkolben selber benutzt wird.

**Beschreibung und Arbeitsweise der Maschine.** Abb. 67 gibt in einer Gerippfizze den Grundgedanken, Abb. 66 zwei Schnitte durch eine solche Maschine nach einer Bauart von Gebrüder Sulzer in Winterthur. In dem Dampfzylinder bewegt sich ein Kolben, dessen Länge nur

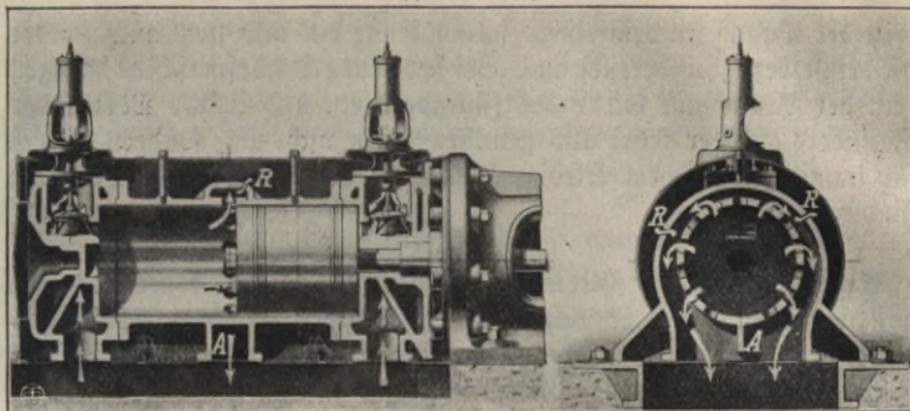


Abb. 66.

um weniges kleiner ist als der von dem Kolben bei einem Hube zurückgelegte Weg. Der Dampfzylinder besitzt in seiner Mitte Durchbrechungen, welche nach einem um den Zylinder herumgehenden ringförmigen Raume  $R$  (Abb. 67) führen, der seinerseits unten bei  $A$  entweder mit der Außenluft oder mit einem Kondensator in Verbindung steht. Betrachten wir nun die Arbeitsweise der Maschine etwa von der gezeichneten Kolbenstellung aus, so ergibt sich in der rechten Zylinderhälfte folgendes: Der Dampf tritt bei  $E_1$  Abb. 67 in den rechten Zylinderdeckel und durch das ange deutete Ventil  $V_1$  nur während eines ganz kurzen Zeitraumes in die rechte Seite des Dampfzylinders ein und schiebt den Kolben nach links, wobei er sich stark ausdehnt. Kurz bevor der Kolben seine linke Totlage erreicht hat, gibt er auf seiner rechten Seite die oben erwähnten Schlitze frei, durch welche der Dampf bei dem großen Querschnitte dieser Schlitze rasch aus dem Zylinder entweichen kann. Dieses rasche Entweichen ist auch sehr notwendig, da ja die Schlitze von dem rückkehrenden Kolben sehr rasch wieder verschlossen werden, so daß der im Zylinder zurückgebliebene Dampf von dem rückkehrenden Kolben sehr hoch verdichtet wird. Auf der linken Kolbenseite findet mit entsprechender Verschiebung derselbe Vorgang statt.

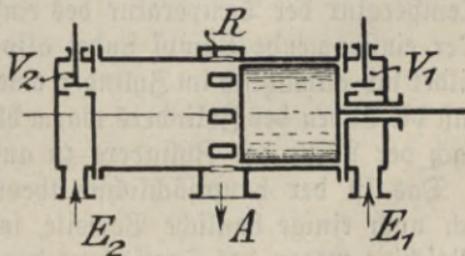


Abb. 67.

Vergleicht man die soeben beschriebene Wirkungsweise mit der der früher beschriebenen Dampfmaschinen, so ergibt sich zunächst rein äußerlich folgender Unterschied: Bei allen bisher beschriebenen Dampfmaschinen, beispielsweise Abb. 48, S. 36

tritt der Dampf an dem einen Zylinderende ein und stets auch wieder an demselben Zylinderende aus. Bei der neuen Dampfmaschine dagegen tritt der Dampf am Ende des Zylinders ein und in der Mitte des Zylinders aus, er kehrt also gewissermaßen nicht um, sondern bewegt sich immer in gleichem Strome (daher der Name) durch die Maschine hindurch.

**Eigenschaften der Gleichstrommaschine.** Woher kommt es nun, daß mit einer solchen baulichen Abänderung der gewöhnlichen Dampfmaschine so bedeutende Erfolge hinsichtlich eines geringen Dampfverbrauches erzielt wurden? Große Verluste an Wärme und damit an Dampf entstehen bei jeder Dampfmaschine dadurch, daß Dampf von hoher Temperatur mit Wänden von niedriger Temperatur in Berührung kommt. Betrachten wir daraufhin noch einmal Abb. 48, so erkennt man folgendes: Während der Dampf seine Arbeit im Zylinder der Maschine verrichtet, dehnt er sich bekanntlich aus und verliert dadurch nicht nur an Spannung, sondern auch sehr stark an Temperatur (siehe des Verfassers „Dampfmaschine“ I, MNU Bd. 63 Abschn. III Kap. 3). Dieser stark abgekühlte Dampf entweicht nun beim Kolbenrückgange aus der Maschine und kühlt dabei nicht nur die Zylinderwandungen, Kolben- und Zylinderdeckel, sondern auch die Kanäle, durch welche beim nächsten Kolbenhube der frische heiße Dampf hindurchstreichen muß. Alle diese abgekühlten Flächen müssen nun von dem neu einströmenden Dampfe zunächst wieder erwärmt werden, was also jedesmal einen beträchtlichen Wärmeverlust zur Folge hat. Anders bei der Gleichstrommaschine. Der größte Teil des „kalten“ Dampfes entweicht hier immer durch die Mitte des Zylinders, der im Zylinder noch verbleibende Rest dagegen wird durch die erwähnte hohe Verdichtung bei der Rückkehr des Kolbens so stark erwärmt, daß seine Temperatur der Temperatur des einströmenden Dampfes nahekommt. Der einströmende Dampf findet also nur warme Flächen vor, und so bildet sich allmählich im Zylinder eine Temperatur von der Art heraus, daß die Enden des Zylinders warm bleiben, während die Temperaturen nach der Mitte des Zylinders zu auf beiden Seiten stetig abnehmen.

Das ist der hauptsächlichste theoretische Vorteil. Zu ihm gesellen sich noch einige bauliche Vorteile, so vor allen Dingen der, daß die Maschine wegen des Fortfallens der Auslaßventile besonders einfach und dadurch auch billig wird. Der Dampfverbrauch, der mit solchen einzylindrischen Gleichstrommaschinen erzielt wird, ist nicht höher, als er manchmal mit gleich großen gewöhnlichen Dampfmaschinen bei zweistufiger, ja sogar dreistufiger Dampfdehnung erzielt wird. Damit ist

aber natürlich wiederum ein bedeutender wirtschaftlicher Vorteil erreicht, da eine Einzylindermaschine, namentlich so einfacher Art, in Anschaffung und Betrieb wesentlich wirtschaftlicher ist als die zweistufigen oder gar dreistufigen Expansionsmaschinen mit ihren mehrfachen Zylindern, verwickelten Steuereinrichtungen, Rohrleitungen usw.

Bezüglich **Verwendung der Gleichstrommaschine** wäre anzuführen, daß sie sich in erster Linie für gleichmäßige Belastung, hohe Überhitzung und Kondensationsbetrieb eignet. Für ständig sehr stark wechselnde Leistungen, wie sie z. B. bei Fördermaschinen für Bergwerke oder Umsteuermaschinen für schwere Walzwerke vorkommen, können Gleichstrommaschinen zwar auch ausgeführt werden und sind zum Teil auch schon ausgeführt worden, doch scheint den Maschinen dann, da sie gewisse Abänderungen erfahren müssen, die für derartige Betriebe wünschenswerte Einfachheit zu fehlen.

## Dritter Abschnitt.

### Vorrichtungen zum Regeln des Ganges.

#### Erstes Kapitel.

#### Schwungrad.

**Zweck des Schwungrades.** Es war schon an früherer Stelle (S. 5) hervorgehoben worden, daß eine Einzylinderdampfmaschine unter allen Umständen eine Vorrichtung haben muß, um eine ununterbrochen umlaufende Bewegung der Maschine sicherzustellen. Diese Vorrichtung besteht, wie wir gesehen haben, in einem auf der Dampfmaschinenwelle sitzenden schweren Rade, dem sogenannten Schwungrade, durch dessen lebendige Kraft die Maschine während des Ganges über den vorderen und hinteren Totpunkt hinweggebracht wird. Ein solches Schwungrad erfüllt aber auch noch einen anderen Zweck, und zwar nicht bloß bei einer Einzylindermaschine, sondern überhaupt bei jeder Dampfmaschine, ganz gleichgültig, wieviel Kurbeln an ihrer Welle angreifen, nämlich den, einen Ausgleich in den Kraftschwankungen während eines Kolbenhinundherganges herbeizuführen. Um das Auftreten dieser Kraftschwankungen zu verstehen, müssen wir uns daran erinnern, daß die auf den Kolben ausgeübte Kraft des Dampfes in der Regel nicht unmittelbar als hin und hergehende Bewegung ausgenutzt wird, sondern daß zunächst mittels des sogenannten Kurbelgetriebes eine Umsezung dieser hin und hergehenden Bewegung in eine umlaufende Bewegung herbeigeführt werden muß.

Wählen wir zunächst einmal eine Volldruckmaschine, bei welcher also der auf den Kolben ausgeübte Druck während des ganzen Kolbenhubes derselbe bleibt, so finden wir, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, daß der auf Drehung der Kurbel wirkende Teil des Kolbendruckes (also die in jedem Augenblicke senkrecht zum Kurbelarm auf den Kurbelzapfen ausgeübte Kraft) durchaus nicht dauernd derselbe bleibt, sondern während jedes Kolbenhubes in weiten Grenzen, nämlich von Null bis zu der Größe der von dem Dampf auf den Kolben selbst ausgeübten Kraft, schwankt. Um dies zu beweisen, dafür bedient man sich am besten des zeichnerischen Verfahrens. Abb. 68 a stelle die wesentlichen Teile des



ser Wagerichten die Stellungen des Kurbelzapfens bei den verschiedenen Kurbelstellungen zwischen  $0^\circ$  und  $180^\circ$  darstellen, und denkt man sich dann in jedem Punkte dieser Wagerichten als Senkrechte diejenige Gerade aufgetragen, welche (in irgendeinem, natürlich immer gleichbleibenden Maßstabe) die Größe der in diesem Augenblicke auf die Kurbel ausgeübten Drehkraft darstellt, so erhält man bei einer Expansionsmaschine ungefähr die durch Abb. 69 dargestellte Kurve. Hat sich also

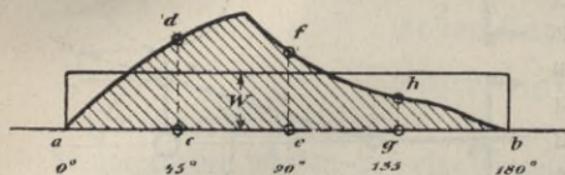


Abb. 69.

z. B. die Kurbel um  $45^\circ$  von ihrer hinteren Totpunktlage aus weitergedreht, so ist die Größe der in diesem Augenblick auf sie ausgeübten Drehkraft, in einem gewissen Maßstabe gemessen, gleich der Strecke  $cd$ ;

steht die Kurbel senkrecht, befindet sich also der Kurbelzapfen gerade in der Mitte des Weges zwischen dem hinteren und vorderen Totpunkte, so ist die Größe der Drehkraft gleich der Strecke  $ef$  usw. Daß übrigens der höchste Punkt des Diagramms nicht mit der Stellung der Kurbel bei  $90^\circ$  zusammenfällt, liegt daran, daß bei einer Expansionsmaschine in der Mitte des Kolbenhubes die Kolbenkraft schon stark abgenommen hat (siehe Abb. 18 S. 18)

Da die Wagerichte  $ab$  einen Weg darstellt (den Weg des Kurbelzapfens während einer halben Umdrehung), die an jeder Stelle dieser Wagerichten oder dieses Weges errichteten Senkrechten dagegen Kräfte, so stellt die ganze Fläche des Diagramms offenbar die Summe der Produkte dar aus Kraft in jedem Augenblick, multipliziert mit dem in dem jeweiligen Augenblicke zurückgelegten Weg, also die Summe von Produkten aus Kraft mal Weg, das heißt aber nichts anderes als die Summe der in jedem Augenblick auf den Kurbelzapfen übertragenen Arbeit. Mit anderen Worten: die gestrichelte Fläche (Abb. 69) stellt die während einer halben Kurbeldrehung auf den Kurbelzapfen und damit auf die Maschinenwelle übertragene Arbeit dar, und man sieht nun aus der Abbildung sehr deutlich, wie ungleichmäßig diese Arbeitsleistung während einer Umdrehung des Kurbelzapfens verteilt ist. Die üble Folge dieser ungleichmäßigen Arbeitsleistung während einer Umdrehung der Maschine auszugleichen, das ist nun ein weiterer, sehr wesentlicher Zweck des Schwungrades, und die folgende Betrachtung zeigt, in welcher Weise das Schwungrad diese Aufgabe zu lösen imstande ist.

**Arbeitsweise des Schwungrades.** Denkt man sich auf der Maschinewelle eine Riemenscheibe angebracht und von dieser Riemenscheibe vermittels eines Lederriemens etwa eine Dynamomaschine in Bewegung gesetzt, so ist es klar, daß der Widerstand, den diese Dynamomaschine ausübt, im allgemeinen sich während einer Umdrehung der Maschine nicht ändern wird. Tragen wir daher in unsere Drehkraftschaulinie (Abb. 69) diesen gleichbleibenden Widerstand  $W$  in demselben Maßstabe auf wie die übrigen Drehkräfte, so folgt zunächst, daß diese „Kurve“ eine wagerechte gerade Linie sein muß, da ja eben die am Kurbelzapfen senkrecht zur Kurbel auftretenden Widerstände, wie wir eben gesehen haben, sich während einer Umdrehung der Maschine nicht ändern. Zweitens folgt aber daraus, daß, vorausgesetzt daß die Maschine richtig arbeitet, die gesamte, während einer oder einer halben Umdrehung auf den Kurbelzapfen übertragene Arbeit genau gleich sein muß dem gesamten dem Kurbelzapfen sich entgegenstellenden Widerstande. Mit anderen Worten: es muß die Fläche  $adfbha$  genau gleich sein dem Rechtecke von der Länge  $ab$  und der Höhe  $W$ . Ist nun die Maschine in regelrechtem Gange, so erkennt man, daß bei Beginn des Kolbenhubes die Maschine zu wenig Arbeit an den Kurbelzapfen abgibt. Schon nach kurzer Zeit aber wird von der Maschine Arbeit im Überfluß geleistet, während gegen Ende des Hubes wieder ein Mangel an geleisteter Arbeit eintritt. Hier greift nun das Schwungrad helfend ein. Fehlt es an Arbeit, so wird diese Arbeit dem Schwungrad dadurch entnommen, daß durch Verminderung seiner Umfangsgeschwindigkeit seine lebendige Kraft verkleinert wird. Wird Arbeit im Überschuß geliefert, so wird diese Arbeit dadurch in dem Schwungrad aufgespeichert, daß es seine Umfangsgeschwindigkeit und damit seine lebendige Kraft erhöht. Je geringer nun diese Änderung der Umfangsgeschwindigkeit während einer Umdrehung sein soll, um so schwerer muß im allgemeinen auch das Schwungrad sein, da die Größe der lebendigen Kraft, also die Fähigkeit, eine gewisse Arbeit zu leisten, bei gleicher Umdrehungszahl in demselben Verhältnis wie das Gewicht des Schwungrades zunimmt.

**Ungleichförmigkeitsgrad.** Dieses Schwanken der Umfangsgeschwindigkeit während einer Umdrehung drückt man aus durch den sogenannten Ungleichförmigkeitsgrad des Schwungrades. Bezeichnet man die höchste während einer Umdrehung vorkommende Umfangsgeschwindigkeit des Schwungrades mit  $v_h$ , die geringste mit  $v_g$ , die mittlere Umfangsgeschwindigkeit dagegen mit  $v_m$ , so nennt man das Verhältnis des Unterschiedes zwischen  $v_h$  und  $v_g$  zu der mittleren Geschwin-

digkeit  $v_m$  den Ungleichförmigkeitsgrad des Schwungrades und bezeichnet ihn in der Regel mit  $\delta_s$ . Man hat also die Beziehung

$$\delta_s = \frac{v_h - v_g}{v_m}.$$

Wäre z. B.  $v_m = 30$  m/sec,  $v_h = 30,15$  m/sec,  $v_g = 29,85$  m/sec, so wäre der Ungleichförmigkeitsgrad dieses Schwungrades

$$\delta_s = \frac{30,15 - 29,85}{30} = \frac{0,3}{30} = \frac{1}{100}.$$

In Worten könnte man diese Gleichung auch so ausdrücken: Es soll während einer vollen Umdrehung des Schwungrades der Unterschied zwischen höchster und geringster Umfangsgeschwindigkeit nur den hundertsten Teil der aus minutlicher Umdrehzahl und Rad Durchmesser berechneten mittleren Umfangsgeschwindigkeit betragen.

Je schwerer das Schwungrad wird, und je höher seine mittlere Umfangsgeschwindigkeit gewählt wird, um so kleiner wird der Ungleichförmigkeitsgrad, das heißt, um so gleichförmiger läuft die Maschine. Während man sich bei manchen Maschinen, z. B. solchen zum Antriebe von Pumpen mit einem Ungleichförmigkeitsgrade von  $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{30}$  begnügt, verlangt man bei anderen Maschinen eine weit größere Gleichförmigkeit des Ganges, also einen viel kleineren Ungleichförmigkeitsgrad. So pflegt man z. B. für Dampfmaschinen, welche Spinnereimaschinen antreiben sollen,  $\delta_s = \frac{1}{100}$ , zum Antriebe von Drehstrommaschinen sogar  $\delta_s = \frac{1}{300}$  vorzuschreiben.

Endlich möge noch kurz darauf hingewiesen werden, daß die Ungleichförmigkeit der Arbeitsabgabe an die Maschinenwelle sich entsprechend vermindert, wenn Maschinen mit mehreren Zylindern ausgeführt werden, bei denen also zwei (oder noch mehr) Kurbeln an der Maschinenwelle angreifen. Da die einzelnen Kurbeln gegeneinander versetzt sind, so daß z. B. die eine mit der verlängerten Kolbenstange einen Winkel von  $90^\circ$  bildet, während die andere im Totpunkt steht usw., so wird in der Regel bei der einen Kurbel ein Arbeitsüberschuß vorhanden sein, wenn an der anderen ein Arbeitsmangel eintritt, und umgekehrt. Man sieht leicht ein, daß in einem solchen Falle das Schwungrad wesentlich leichter ausfallen kann, da eben hier ein größerer Teil der Ungleichförmigkeit in der Arbeitslieferung durch die Maschine selbst beseitigt wird.

## Zweites Kapitel.

## Regulator.

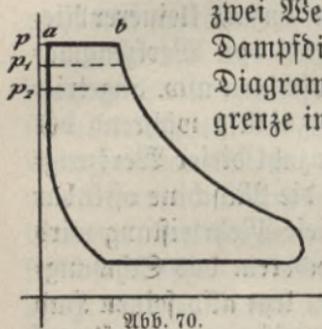
**Zweck des Regulators.** Da das Schwungrad, wie eben gezeigt, eine gewisse Gleichmäßigkeit in dem Gange der Dampfmaschine herbeiführt, den Gang der Maschine also gewissermaßen regelt, so könnte man auch das Schwungrad als Regler oder Regulator bezeichnen. Unter dem Worte Regulator versteht man aber bei einer Dampfmaschine wie überhaupt bei jeder Kraftmaschine eine Vorrichtung, welche einen wesentlich anderen Zweck zu erfüllen hat als das Schwungrad. Denken wir uns eine mit Schwungrad versehene Dampfmaschine, welche vermittels einer Riemenübertragung die Hauptwelle einer Maschinenfabrik antreibt. Auf dieser Hauptwelle sitzen eine große Anzahl kleinerer Riemenscheiben, durch welche die verschiedenen Arten von Werkzeugmaschinen wie Drehbänke, Hobelmaschinen, Bohrmaschinen usw. angetrieben werden. Nehmen wir nun an, es werden zufällig während des regelrechten Ganges der Maschine eine große Anzahl dieser Werkzeugmaschinen gleichzeitig ausgeschaltet, dann leistet die Maschine offenbar mehr Arbeit, als von ihr verlangt wird, und diese Mehrleistung wird sich dadurch äußern, daß die Maschine unter anderem das Schwungrad in schnellere Umdrehung versetzt. Der Kolben legt also seinen Hub in viel schnellerer Zeit zurück, und da bekanntlich Leistung = Kraft mal Weg in der Zeiteinheit ist (vgl. des Verf. Dampfmaschine I, ARuG Bd. 63 Abschn. I), so folgt daraus, daß die Maschine wiederum mehr Arbeit leistet statt weniger Arbeit. Diese erneute Mehrleistung an Arbeit wird wiederum dazu verwendet, das Schwungrad in schnellere Umdrehung zu versetzen und so weiter fort: die Maschine würde immer schneller und schneller rasen, sie würde schließlich „durchgehen“ und dies so lange fortsetzen, bis infolge der immer größer werdenden Zentrifugalkraft das Schwungrad explosionsartig in Stücke fliegt.

Denken wir uns ferner das Gegenteil: Durch irgendeinen Zufall würde von der Maschine zeitweise mehr Arbeit verlangt, als sie augenblicklich zu leisten imstande ist. Da nun in dem Schwungrad eine gewisse Arbeit aufgespeichert ist, würde jene Mehrleistung an Arbeit aus dem Schwungrad herausgeholt werden, was aber, wie wir gesehen haben, sofort eine Verlangsamung der Schwungradbewegung, mithin einen langsameren Gang der Maschine zur Folge hat. Eine Maschine, welche langsamer läuft, leistet aber unter sonst gleichbleibenden Umständen sofort weniger Arbeit, es müßte also noch mehr Arbeit aus dem schon lang-

samer gehenden Schwungrad herausgeholt werden, die Maschine würde wieder langsamer laufen usw., sie würde nach kurzer Zeit einfach stehenbleiben.

Hier greift nun der Regulator ein, dessen Aufgabe es also ist, die Maschine in den Stand zu setzen, größere Schwankungen des Arbeitsbedarfes mit Sicherheit zu überwinden. Natürlich innerhalb gewisser durch die höchste Leistungsfähigkeit der Maschine bestimmter Grenzen.

**Drosselregulierung.** Sehen wir vorläufig ab von der baulichen Ausgestaltung einer solchen Regulator genannten Vorrichtung und fragen wir uns zunächst, wie ist es überhaupt möglich, eine wechselnde Kraftleistung einer Dampfmaschine hervorzubringen! Dazu bieten sich nun



zwei Wege, die sich am besten zeichnerisch mit Hilfe von Dampfdiagrammen erläutern lassen. Abb. 70 stelle das Diagramm einer Expansionsmaschine dar, deren Füllungs- grenze in Gestalt der Strecke  $ab$  unveränderlich festliegen möge. Hier läßt sich eine Verkleinerung des Diagramms, also eine Verminderung der Arbeitsleistung offenbar nur dadurch erzielen, daß man die Eintrittsspannung des Dampfes von der Höhe  $p$  auf die Höhe  $p_1, p_2$  usw. vermindert. Eine solche Verminderung des Dampf-

druckes ist aber sehr einfach zu bewerkstelligen. Bringt man z. B. in dem zu der Maschine führenden Dampfrohre eine Klappe an, durch welche der Durchschnittsquerschnitt des Dampfes nach Belieben verringert werden kann, so muß der Dampf sich durch diese verengerte Öffnung hindurchzwängen. Das Hindurchzwängen erfordert aber Arbeit und diese Arbeit muß der Dampf selber leisten, wozu ein Teil seiner Spannung verbraucht wird, so daß also der Dampf mit niedrigerer Spannung in den Zylinder der Dampfmaschine eintritt. Man sagt, der Dampf wird gedrosselt. Durch allmähliches Schließen jener Klappe, Drosselklappe genannt, kann ein beliebiges Erniedrigen der Eintrittsspannung und dadurch Verminderung der Arbeitsleistung erzielt werden.

Erhöhen läßt sich natürlich die Arbeitsleistung auf diese Weise nicht, denn wenn man jene Drosselklappe auch vollständig öffnet, so kann dadurch die Höhe des Dampfdruckes niemals über die Höhe der im Dampfkessel herrschenden Spannung gebracht werden. Soll also bei dieser Art von Regelung die Möglichkeit erreicht werden, zeitweise die Arbeits-

leistung zu erhöhen, so bleibt nichts anderes übrig, als z. B. die Maschine bei regelrechtem Gang dauernd mit einem auf die Höhe  $p_1$  herabgedrosselten Dampf arbeiten zu lassen, um dann gelegentlich durch weiteres Öffnen der Drosselklappe und Erhöhen des Dampfdruckes auf  $p$  einen gewissen Kraftvorrat zur Verfügung zu haben.

So einfach diese Art der Regelung ist — und gerade wegen dieser Einfachheit wird sie auch heute noch bisweilen ausgeführt —, so unwirtschaftlich ist sie andererseits wieder, da ja die vorher im Kessel erzeugte hohe Spannung durch das Drosseln für die Maschine zum Teil wieder vernichtet wird.

**Regulierung durch Füllungsänderung.** Zweckmäßiger ist daher eine zweite Art der Regulierung, welche heute wohl bei allen besseren Kolbendampfmaschinen ausgeführt wird: die Regulierung durch Veränderung der Füllung. Es sei wiederum  $abcde$  (Abb. 71) das Diagramm einer Expansionsmaschine, und zwar für dauernden, regelrechten Arbeitsbedarf, wobei die Höhe der Linie  $ab$  über der Nulllinie des Diagrammes der im Kessel herrschenden Dampfspannung entsprechen möge. Soll nun die Maschine zeitweise mehr oder weniger Arbeit leisten, so läßt sich das offenbar dadurch erreichen, daß man das eine Mal mehr, das andere Mal weniger Dampf in den Zylinder einströmen läßt oder, mit anderen Worten, dadurch, daß man bei verlangter Mehrleistung die Füllung etwa bis zum Punkte  $b'$  vergrößert, bei verlangter Mindeleistung dagegen die Füllung etwa bis zum Punkte  $b''$  verkleinert.

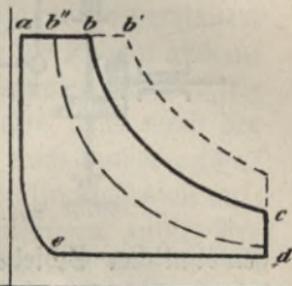


Abb. 71.

**Bauliche Gestaltung des Regulators.** Die selbsttätige Einwirkung der Maschine auf eine dieser beiden Arten von Regulierungen geschieht nun durch den Regulator, welcher in seiner einfachsten Form, und zwar in Verbindung mit einer Drosselklappe, schon von James Watt bei seinen ersten Dampfmaschinen verwendet wurde. Abb. 72 stellt die Gerippfzisse eines solchen Zentrifugalregulators dar.  $D$  ist die Dampfzuleitung, in welche eine Drosselklappe eingebaut ist, die sich, wie man leicht erkennt, um ihre Mittelachse dreht, das Rohr also abschließt, sobald bei zu schneller Umdrehung der Regulatorachse die Kugeln des Regulators infolge der Zentrifugalkraft auseinanderfliegen. Die senkrecht stehende Achse des Regulators wird von der Maschinenwelle aus durch Regelräder und Zwischenachse angetrieben, so daß die Schnellig-



die Maschine wieder langsamer, so ziehen die Spiralfedern die Gewichte in ihre ursprüngliche Lage zurück.

**Statischer Regulator.** Betrachten wir nun die Wirkungsweise eines solchen Regulators (Abb. 72), so ergibt sich folgendes Spiel: Es sei angenommen, die stark gezeichnete Stellung der Kugeln entspreche dem regelrechten Gange der Maschine, welche in diesem Zustande etwa 90 Umdrehungen in der Minute mache. Durch Ausschalten eines Widerstandes, z. B. der früher erwähnten Werkzeugmaschinen, werde die Maschine entlastet und beginne sich rascher umzudrehen und etwa 100 Umdrehungen in der Minute zu machen. Die Folge davon ist, daß die Kugeln weiter auseinanderfliegen, etwa bis in die punktierte Stellung, die Drosselklappe also mehr geschlossen wird, so daß nach einiger Zeit die Maschine weniger Arbeit leistet, ihre Umdrehungszahl dabei auch wieder sinkt. Sinkt aber die Umdrehungszahl der Maschine, so verringert sich sofort auch wieder die Zentrifugalkraft, welche die Kugeln auseinandertreibt, die Kugeln fallen also wieder mehr zusammen, die Drosselklappe öffnet sich wieder mehr, und wenn inzwischen, was meist der Fall sein wird, der vorher besprochene Widerstand noch immer ausgeschaltet geblieben ist, die Entlastung der Maschine also noch nicht aufgehört hat, so wird die Maschine sofort wieder anfangen, zuviel Arbeit zu leisten und dadurch wieder schneller zu laufen. Die Kugeln werden wieder auseinanderfliegen, den Gang der Maschine verlangsamen und so weiter fort. Eine solche Arbeitsweise, mithin ein solcher Regulator, ist offenbar für eine Kraftmaschine nicht zu brauchen; war es doch gerade unsere Absicht, eine Vorrichtung zu schaffen, welche derartig starke Schwankungen der Umdrehungszahl bei wechselndem Arbeitsbedarf verhindert. Das Fehlerhafte dieses Regulators liegt eben darin, daß bei ihm zu jeder Umdrehungszahl der Maschine eine ganz bestimmte Kugelstellung gehört. Man nennt ihn einen statischen Regulator.

Das vollkommenste wäre offenbar das, daß die Kugeln des Regulators bei zunehmender Umdrehungszahl der Maschine zwar auseinanderfliegen, die Drosselklappe also weiter schließen, nachher aber, auch bei verminderter Umdrehungszahl der Maschine, in dieser Stellung stehenbleiben, bis bei erhöhtem Arbeitsbedarfe ein Sinken der Umdrehungszahl unter die gewöhnliche Umdrehungszahl der Maschine eintritt.

**Astatischer Regulator.** Einen Regulator, der so beschaffen wäre, daß zu jeder Kugelstellung dieselbe Umdrehungszahl gehört, nennt man im Gegensatz zum statischen Regulator einen nicht statischen oder astatischen Regulator. Ein solcher Regulator wäre aber gar kein Regulator in unserem Sinne, wäre also wiederum nicht zu brauchen. So-

bald nämlich die Umdrehungszahl der Maschine über diese eine Umdrehungszahl hinausgehen würde, würden die Kugeln sofort in ihre höchste Stellung auseinanderfliegen, während sie andererseits bei der geringsten Verminderung der Umdrehungszahl sofort ganz zusammenfallen würden. Der Regulator würde also ununterbrochen zwischen den äußersten Kugelstellungen hin und her fliegen, so daß auch hier wieder der eigentliche Zweck des Regulators, die Herbeiführung eines regelmäßigen Ganges der Maschine, vereitelt würde.

**Pseudoastatischer Regulator.** Die für unsere Kraftmaschinen benötigten Regulatoren müssen also sozusagen in der Mitte zwischen diesen beiden Regulatorarten liegen: Es müssen mehrere Kugelstellungen zu einer Umdrehungszahl der Maschine gehören, die Kugeln dürfen aber wiederum nicht sofort bei jeder Änderung der Umdrehungszahl in ihre äußerste Lage verfallen; Regulatoren dieser Art bezeichnet man mit dem Namen *pseudoastatisch*, und es ist nun Sache des Erbauers, Größe und Stellung der Kugeln, Gestalt der Arme, kurz die gesamte Bauart der Regulatoren so zu wählen, daß der Regulator die ihm zugewiesene, in dem Vorhergehenden klargelegte Aufgabe so vollkommen wie möglich erfüllt.

**Leistungsregulator.** Eine besondere Art von Regulatoren möge hier noch kurz erwähnt werden. Nicht selten liegt die Aufgabe vor, die Leistung der Maschine dadurch zu verändern, daß die Maschine zu gewissen Zeiten schnell, zu anderen Zeiten dagegen wieder langsamer läuft, was bei Verwendung der bisher besprochenen Regulatoren natürlich nicht möglich ist. Ein solcher Fall liegt z. B. dann vor, wenn von der Dampfmaschine eine Pumpe angetrieben wird, welche das Wasser immer auf dieselbe Höhe drücken soll, bei der aber die Menge des zu hebenden Wassers in weiten Grenzen schwankt. Hebt die Pumpe in einer gewissen Zeit weniger Wasser, so ist ihre Leistung natürlich geringer; da sie aber mit jedem Kolbenhube immer dieselbe Wassermenge hebt, und die Höhe, auf welche das Wasser gedrückt wird, ebenfalls immer dieselbe bleibt, so ist in diesem Falle eine Regulierung der Leistung nur dadurch möglich, daß man bei verringertem Arbeitsbedarf auch die Maschine in der Minute weniger Kolbenhübe, also weniger Umdrehungen, bei erhöhtem Arbeitsbedarf dagegen mehr Umdrehungen machen läßt. Regulatoren, welche es gestatten, den Gang der Maschine in dieser Weise nach dem Arbeitsbedarfe zu regeln, bezeichnet man mit dem Namen Leistungsregulatoren. Um ihren Bau hat sich der vor einigen Jahren verstorbene Ingenieur F. J. Weiß in Basel besonders verdient gemacht.

## Vierter Abschnitt.

### Kondensation.

#### Erstes Kapitel.

#### Allgemeines.

**Zwecke der Kondensation.** Hat der Dampf seine Arbeit im Zylinder der Dampfmaschine verrichtet, so läßt man ihn entweder in die Außenluft entweichen (Auspuffmaschinen), oder aber man schiebt ihn in einen auf irgendeine Weise recht kühl gehaltenen Raum, in welchem er sich möglichst vollständig zu Wasser verdichten soll. Ein solcher Raum heißt Kondensator, Maschinen dieser Art werden als Kondensationsmaschinen bezeichnet. Über den Zweck einer Kondensationsanlage findet sich Näheres in des Verfassers „Dampfmaschine I“, *MuG* Bd. 63 Abschn. III Kap. 5; hier möge nur kurz erwähnt werden, daß der Hauptzweck darin besteht, den Wärmegehalt des Dampfes nach Möglichkeit auszunützen, oder noch kürzer gesagt, Arbeit zu gewinnen. Die Erzielung eines Arbeitsgewinnes durch Kondensation ist leicht zu erklären: Dampf nimmt einen sehr viel größeren Raum ein als Wasser. Wird also der Dampf zu Wasser verdichtet, so entsteht in dem betreffenden Raume ein starker Unterdruck, der sich natürlich auch in den betreffenden Teil des Dampfzylinders fortpflanzt. Infolge dieses Unterdruckes wird, um es einmal recht trivial auszudrücken, bei dem Rückgange des Kolbens eine saugende Wirkung auf ihn ausgeübt, was einer Erhöhung des Druckes auf die entgegengesetzte Kolbenseite, also auch einer Erhöhung der geleisteten Arbeit entspricht.

**Kondensatorarten.** Wie sieht nun ein solcher Kondensator zum Niederschlagen des Dampfes aus? Man kann da im allgemeinen zwei voneinander verschiedene Ausführungsformen unterscheiden, deren jeweilige Anwendung davon abhängt, ob man Wert darauf legt, den niedergeschlagenen Dampf als Kesselspeisewasser wiederum zu verwenden, oder ob diese Anforderung nicht gestellt wird. Wird auf die Wiedergewinnung des Dampfes kein Wert gelegt, hat man also gutes Kesselspeisewasser in genügender Menge zur Verfügung, so kann man ein

schnelles und vollkommenes Niederschlagen des Dampfes dadurch erreichen, daß man den Dampf in irgendeinen Behälter treten läßt, in welchen gleichzeitig kaltes Wasser in größerer Menge eingespritzt wird. Der Dampf vermischt sich hier mit dem eingespritzten Wasser, gibt seine Wärme rasch an dieses Wasser ab, welches dadurch natürlich erwärmt wird, und man hat dann nur noch durch geeignete Vorrichtungen dafür zu sorgen, daß die Erzeugnisse dieser Dampfniederschlagung, das warme Wasser, in Verbindung mit etwa übriggebliebenem, nicht niedergeschlagenem Dampfe, sowie auch die mit dem Wasser in den Kondensator eingedrungene Luft möglichst rasch aus dem Kondensator entfernt werden. Kondensatoren dieser Art bezeichnet man mit dem Namen *Misch- oder Einspritzkondensatoren* (Beispiele siehe S. 65 u. 66).

Tritt die Forderung hinzu, den niedergeschlagenen Dampf gesondert aufzufangen, um ihn als Kesselspeisewasser wieder zu verwenden, so ist die Anwendung solcher Einspritzkondensatoren natürlich unmöglich. Man verwendet in diesem Falle die sogenannten *Oberflächenkondensatoren*, d. h. Behälter, welche meist die Gestalt eines liegenden oder stehenden Zylinders haben, und deren Inneres von einer großen Zahl von Rohren durchsetzt ist, welche innen von kaltem Wasser durchflossen werden (Beispiel siehe S. 69). Diese von innen gekühlten Rohre sind es, an deren Außenwandungen sich der Dampf niederschlägt. Auch hier muß natürlich dafür Sorge getragen werden, die Kondensationserzeugnisse, verdichteten Dampf, nichtverdichteten Dampf und Luft, möglichst rasch aus dem Kondensator zu entfernen, um dauernd einen möglichst weitgehenden Unterdruck in dem Kondensator zu erhalten.

**Betrieb der Kondensationsanlagen.** Wenn vorher eben bemerkt wurde, die in den Kondensator eingedrungene Luft müßte möglichst rasch daraus entfernt werden, so könnte mit Recht gefragt werden, woher denn in dem Kondensator die Luft kommen soll. Dieses Eindringen von Luft in den Kondensator hat zwei Ursachen. Zunächst ist zu beachten, daß ja nicht nur im Kondensator selber, sondern auch in den von ihm nach dem Zylinder hinführenden Rohrleitungen ständig ein Druck herrscht, der wesentlich geringer ist als der Druck der Außenluft. Die Folge davon ist, daß an all den Stellen, welche nicht ganz sorgfältig abgedichtet sind, Luft in die Leitungen und damit in den Kondensator eindringt. Aber selbst bei peinlichster Dichthaltung aller Leitungen wäre die Luft aus dem Kondensator nicht fernzuhalten. Der Grund dafür ist der, daß das im Freien vorkommende Wasser immer eine Menge Luft enthält. Kommt nun dieses Luft enthaltende Wasser

in einen Raum, welcher unter einem wesentlich niedrigeren Drucke steht, als es dem Drucke der Außenluft entspricht, also z. B. in einen Kondensator, so scheidet sich die Luft aus dem Wasser aus und würde schließlich den Unterdruck im Kondensator zum Verschwinden bringen, wenn sie eben nicht möglichst rasch und vollkommen daraus entfernt würde. Wir hatten ferner gesehen, daß zum Niederschlagen (Kondensieren) des Dampfes dem Kondensator kaltes Wasser zugeführt werden muß; es wird sich aus dem Folgenden ergeben, daß diese Wassermenge verhältnismäßig bedeutend ist. In dem Kondensator selbst erhält man als Ergebnis der Verdichtung: warmes Wasser, verdichteten und, unter Umständen, nichtverdichteten Dampf und schließlich Luft. Da alle diese Erzeugnisse natürlich dauernd aus dem Kondensator fortgeschafft werden müssen, so gehören zum Betriebe eines Kondensators im allgemeinen eine Reihe von Pumpen, deren Antrieb Arbeit erfordert, die von der betreffenden Dampfmaschine zu leisten ist. Ob also die Anwendung von Kondensation wirtschaftliche Vorteile bietet oder ob etwa der durch die Kondensation erzielte Nutzen durch Anlage- und Betriebskosten wieder aufgehoben wird, das muß in jedem einzelnen Falle sehr genau überlegt werden. Ist die Beschaffung des nötigen Wassers z. B. mit zu großen Kosten verbunden, muß also z. B. das Wasser zu hoch gehoben werden, so kann die Wirtschaftlichkeit der Kondensation sehr leicht in Frage gestellt werden. Auch bei zu kleinen Maschinen, etwa unter 25 oder 30 PS dürfte die Anwendung von Kondensation nur selten Vorteile bieten.

**Kondensatorpumpen.** Um Wasser in den Kondensator hineinzubringen, dazu bedarf es bei Einspritzkondensatoren häufig gar keiner Pumpen. In dem Kondensator herrscht ja, wie wir gesehen hatten, ein Unterdruck, d. h. ein Druck, welcher geringer ist als der Druck der Außenluft. Liegt also der Kondensator nicht zu hoch über dem Wasserspiegel, so wird der Druck der Außenluft selber das Wasser in den Kondensator hineindrücken, oder, wie man sagt, der Kondensator wird sein Wasser selbst ansaugen. (Siehe hierüber den Abschnitt „Kolbenpumpen“, in des Verfassers „Hebezeuge“ [AMuG Bd. 196].) Bei Oberflächenkondensatoren fällt diese Überlegung selbstverständlich fort, da ja das Wasser nicht in den Raum hineingelangt, in welchem die Verdichtung des Dampfes vor sich geht.

↳ Saugt der Kondensator sein Wasser nicht selbst an, so bedarf es zunächst einer Pumpe zum Beschaffen des Kühlwassers: Kühlwasserpumpe, auch Zirkulations- oder Umlaufpumpe genannt. Das Entfernen der Niederschlagserzeugnisse Wasser, Dampf und Luft aus dem Kondensator

kann entweder durch eine einzige Pumpe geschehen (natürlich nur bei Mischkondensatoren), dann nennt man eine solche Pumpe *Maßluftpumpe*, oder aber es werden verschiedene Pumpen angewendet, von denen die eine das durch den niedergeschlagenen Dampf erwärmte Wasser entfernt und daher *Warmwasserpumpe* genannt wird, während die andere Pumpe lediglich Luft und etwas nichtverdichteten Dampf fortzuschaffen hat und daher *Trockenluftpumpe* genannt wird.

**Zentralkondensation.** Wie sich aus dem Vorhergehenden ergibt, ist der Betrieb einer Kondensationsanlage nicht ganz einfach und erfordert sorgfältige und aufmerksame Bedienung. Wollte man nun auf größeren Werken, wo viele Dampfmaschinen arbeiten, für jede einzelne Maschine eine besondere Kondensationsanlage bauen, so würde dadurch bei den vielen Pumpen und umständlichen Rohrleitungen der Betrieb offenbar sehr verteuert werden. Man wendet in diesem Falle lieber eine einzige größere Kondensationsanlage an, *Zentralkondensation* genannt, und führt dann die Abdampfleitung von den einzelnen Zylindern nach einem großen Kondensator, dessen zugehörige Pumpen von einer besonderen kleinen Dampfmaschine, gegebenenfalls auch Elektromotor angetrieben werden. Man gewinnt dadurch auch häufig noch einen besonderen Vorteil: Wird eine Dampfmaschine in Gang gesetzt, die eine eigene Kondensationsanlage besitzt, so dauert es natürlich eine gewisse Zeit, bis sich im Kondensator eine Art Beharrungszustand mit dem betreffenden Unterdruck (oder wie man auch sagt *Luftleere*) gebildet hat. Ist es nun eine Dampfmaschine, die nach dem Anlassen stundenlang im Betriebe ist, so macht das natürlich gar nichts aus, sind es aber z. B. Umsteuermaschinen, die also sehr oft angelassen und dann bald darauf wieder stillgesetzt werden, wie z. B. Fördermaschinen, Walzenzugsmaschinen u. dgl., dann könnte es vorkommen, daß die Maschine während eines großen, vielleicht während des größten Teiles ihrer Arbeitszeit die Vorteile der Kondensation entbehren müßte.

Bei Anwendung einer Zentralkondensation entfällt dagegen dieser Übelstand, da hier im großen gemeinschaftlichen Kondensator ständig für eine entsprechend gute Luftleere gesorgt werden kann.

Der Nachteil der Zentralkondensation besteht darin, daß naturgemäß ein Teil der Maschinen von dem Orte, wo der gemeinsame Kondensator steht, ziemlich weit entfernt sein wird. Dadurch ergeben sich aber lange Rohrleitungen mit vielen Verbindungsstellen, an denen Undichtigkeiten kaum zu vermeiden sind. Bei dem in den Rohren herrschenden Unterdrucke dringt Außenluft begierig durch diese Undich-

tigkeiten in die Rohre und damit in den Kondensator und verschlechtert dort das „Vakuum“ oder, wie wir es oben nannten, die saugende Wirkung auf den Kolben, ein Übelstand, der sich nur durch erhöhte Luftpumpenleistung, also größeren Arbeitsaufwand wieder beseitigen läßt.

## Zweites Kapitel.

### Einspritz- oder Mischkondensatoren.

**Ausführungsbeispiele.** Eine sehr einfache Form eines Mischkondensators, wie er für einzelne Maschinen verwendet wird, zeigt Abb. 74. Wie man sieht, besteht er aus einem weiten gußeisernen Rohre, in welches rechts ein dünneres Rohr in der Regel aus Messing hineinragt. Dieses

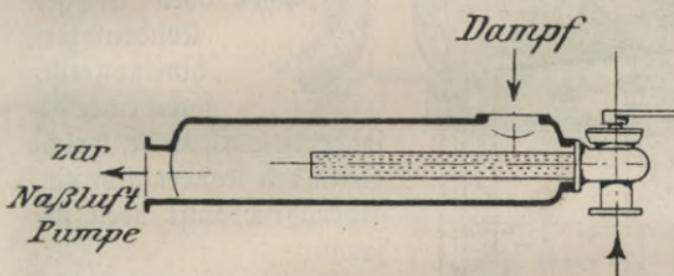


Abb. 74.

Messingrohr, welches mit der Wasserleitung verbunden und durch einen Hahn absperrbar gemacht wird, ist ähnlich der Brause einer Gießkanne auf

allen Seiten mit Löchern versehen, durch welche das kalte Kondensationswasser in dünnen Strahlen hereinspritzt. Der vom Zylinder kommende Abdampf tritt von rechts oben in das große Rohr ein, er muß also durch die große Zahl feiner Wasserstrahlen hindurch, wobei er allmählich vollständig zu Wasser verdichtet wird. Die entstehenden Erzeugnisse, erwärmtes Wasser und Luft, gelangen aus dem großen Rohr links unten nach der Naßluftpumpe, von der sie in die Außenluft befördert werden.

Einen weiteren in ähnlicher Art auch von anderen Firmen ausgeführten Mischkondensator von Klein, Schanzlin und Becker in Frankenthal in der Pfalz zeigt Abb. 75. Im Gegensatz zu dem in Abb. 74 dargestellten wird dieser Kondensator hauptsächlich für Zentralkondensationen angewendet. Seine Eigenart besteht vor allen Dingen darin, daß das zum Niederschlagen verwendete Wasser selbsttätig aus dem Kondensator abfließt. Um dies zu ermöglichen, muß der Kondensator hoch aufgestellt werden, und zwar, wie die Abbildung zeigt, mindestens 10 m über dem Unterwasserspiegel. Der Grund hierfür ist der, daß ja in dem Kondensator ein starker Unterdruck herrscht, bei sehr vollkommener Kondensation beinahe vollständige Luftleere. Wollte man daher den Kondensator

sator niedriger aufstellen, so würde der Druck der Außenluft, der bekanntlich etwa gleich dem Druck einer Wassersäule von 10 m Höhe ist, das Wasser in dem Fallrohre in die Höhe und in den Kondensator hineindrücken und damit die Wirksamkeit des Kondensators aufheben. Natürlich bedarf es in diesem Falle einer eigenen

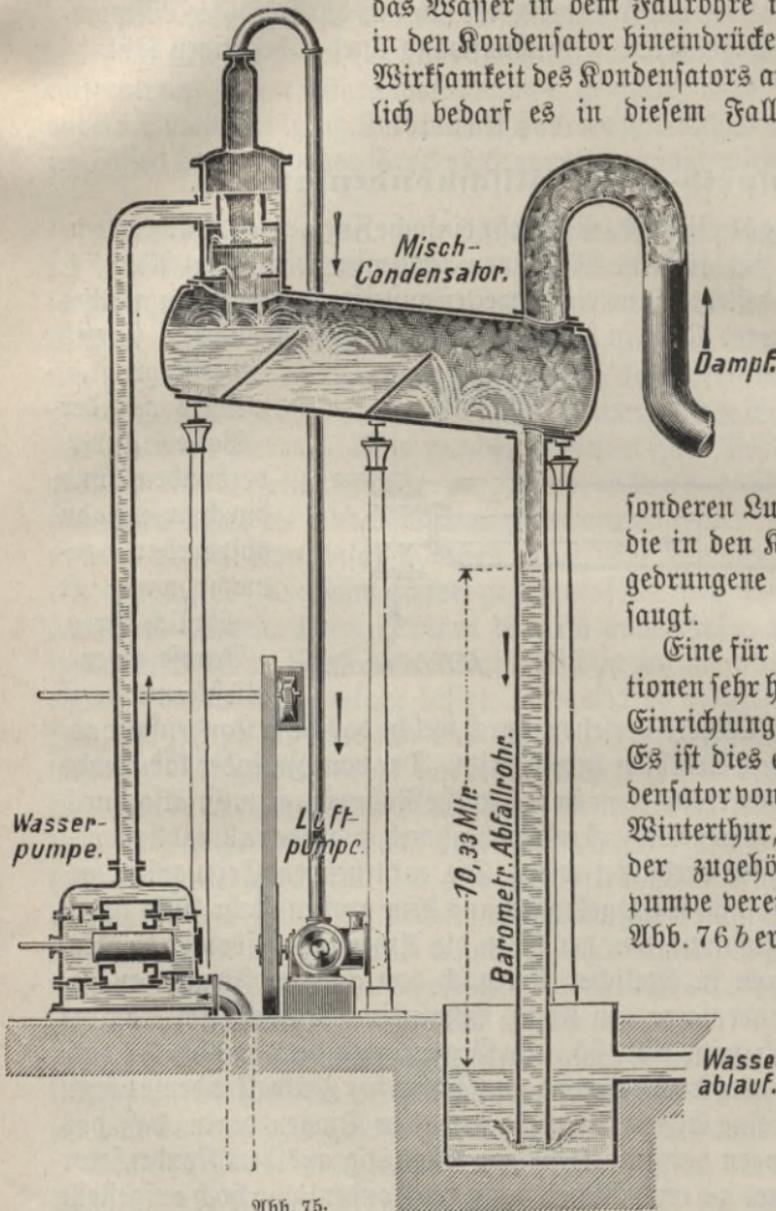


Abb. 75.

Wasserpumpe, welche das zum Niederschlagen des Dampfes benötigte Wasser oben in den Kondensator hineinpumpt, sowie einer be-

sonderen Luftpumpe, welche die in den Kondensator eingedrungene Luft oben absaugt.

Eine für Einzelkondensationen sehr häufig gebrauchte Einrichtung zeigt Abb. 76. Es ist dies ein Einspritzkondensator von Gebr. Sulzer in Winterthur, der zugleich mit der zugehörigen Maßluftpumpe vereinigt ist. In der Abb. 76 b erkennt man rechts

oben wieder das mit Lötlern versehenes Messingrohr der Abb. 74, durch welches das kalte Wasser

in feinen Strahlen zugeführt wird. Die obere Hälfte der Abb. 76 a zeigt einen Querschnitt durch dieses Rohr mit den austretenden Wasserstrahlen und läßt gleichzeitig erkennen, wie der Abdampf oben in diese Kammer

eintritt. Die entstehenden Kondensationsserzeugnisse werden durch die in dem Boden dieser Kammer befindlichen Saugventile (rechte Hälfte der Abb. 76 b) von der Pumpe abgesaugt und dann durch die in der linken oberen Hälfte der Abb. 76 b sichtbaren Druckventile in die linke obere Kammer dieser Abbildung gedrückt, von wo sie durch das in Abb. 76 a sichtbare wagerechte Rohr fortgeleitet wer-

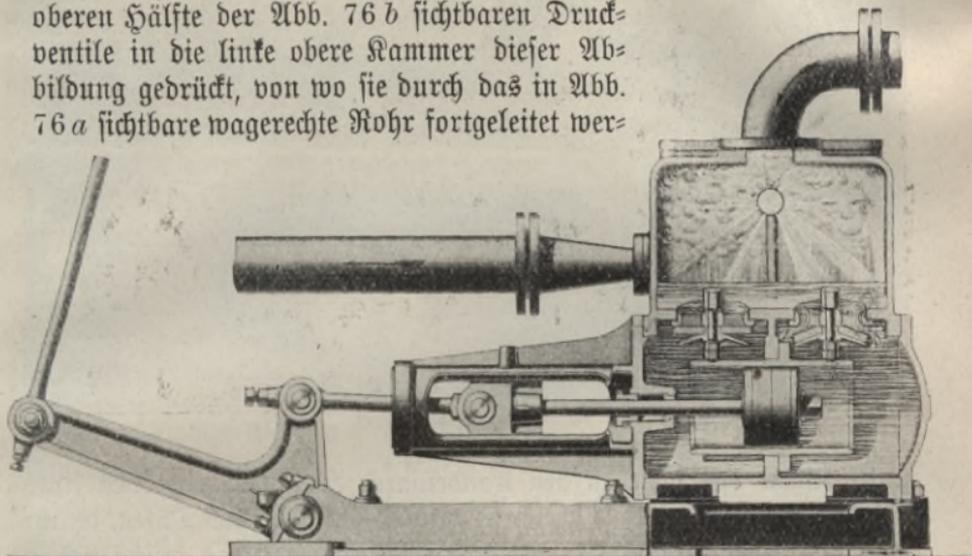


Abb. 76 a.

den. Dieser Kondensator steht in der Regel im Keller unterhalb der Maschine und wird durch eine in der Abb. 76 a abgebrochene gezeichnete Schubstange von dem Kurbelzapfen der Maschine angetrieben.

Abb. 77 zeigt einen solchen Kondensator in Verbindung mit einer Reihemaschine von Gebr. Sulzer. *K* ist der Kondensator, in welchen der aus dem Niederdruckzylinder *N* kommende Dampf eintritt. Der Hahn für den Eintritt des Kühlwassers (das Zuführungsrohr ist in der Abbildung fortgelassen) befindet sich links oberhalb des Buchstabens *K*.

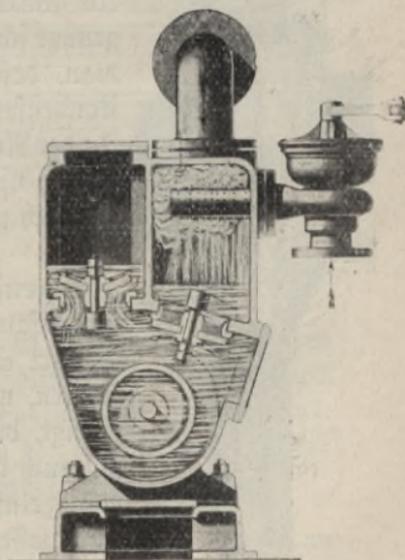


Abb. 76 b.

**Strahlkondensatoren.** Eine eigentümliche Art von Mischkondensatoren stellt Abb. 78 dar nach einer Ausführung von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover. Das Kühlwasser tritt hier durch einen Kranz kleiner Düsen — in der Abbildung sind nur zwei davon sichtbar —

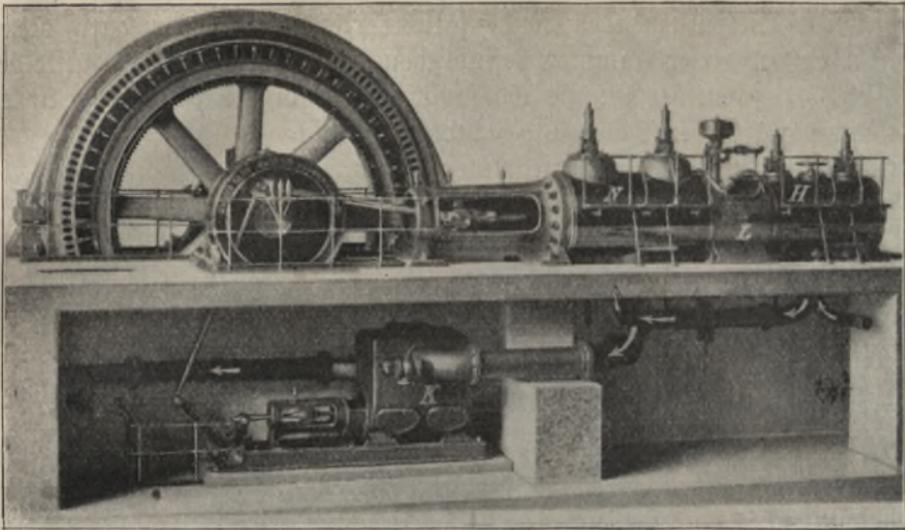


Abb. 77.

unter Druck von oben in den Kondensator ein. Der von oben links kommende Abdampf wird ebenfalls durch eine Reihe von Düsen, welche die Wasserstrahlen umgeben, in kleine Teile zerlegt und mischt sich so in vorzüglicher Weise mit dem Wasser, wobei er vollständig verdichtet wird. Durch die lebendige Kraft der Wasserstrahlen werden dann sämtliche Kondensationserzeugnisse, insbesondere auch die Luft, mit fortgerissen und aus dem Kondensator herausgeschafft. Hat man nun zufällig

ein hinreichendes Wassergefälle zur Verfügung — es genügt schon eine Druckhöhe von etwa 6 m —, so sieht man, daß hier der Ausnahmefall vorliegt, wo eine Kondensationsanlage ohne jede Pumpe arbeiten kann. In der Regel wird freilich ein solches natürliches Druckgefälle nicht zur Verfügung stehen und muß daher künstlich mit Hilfe von Pumpen erzeugt werden.

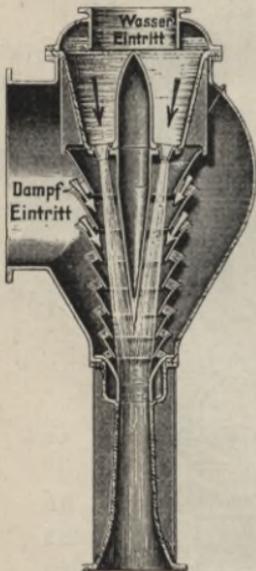


Abb. 78.

**Eigenschaften der Mischkondensatoren.** Mischkondensatoren haben meist den Vorteil, daß ihre Bauart einfacher ist als die der Oberflächenkondensatoren, und da die Zahl der Pumpen sich, wie oben gezeigt, bis auf eine herabmindern läßt, so gestaltet sich auch der ganze Betrieb in der Regel verhältnismäßig einfach und dadurch betriebssicher und billig. An Kühlwasser braucht man etwa 20—25 mal so viel, als das Gewicht des niederzuschlagenden Dampfes be-

trägt; je kälter die Eintrittstemperatur des Wassers ist und je weniger Ansprüche an einen möglichst niedrigen Druck im Kondensator gestellt werden, um so geringer ist der Wasserverbrauch. Als Nachteil der Mischkondensatoren wäre vor allen Dingen anzuführen, daß das aus dem Kondensator abfließende warme Wasser zur Kesselspeisung in der Regel nicht verwendet werden kann, da es ja eben nicht nur aus niedergeschlagenem Dampfe, sondern zum größten Teile aus dem in der Regel nicht gerade zur Kesselspeisung geeigneten Kühlwasser besteht.

### Drittes Kapitel.

#### Oberflächenkondensatoren.

**Allgemeine Ausführungsart.** Der wesentliche Unterschied der Oberflächenkondensatoren gegenüber den Mischkondensatoren besteht, wie schon oben erwähnt, darin, daß hier das Kühlwasser mit dem zu verdichtenden Dampf nicht in Berührung kommt. Ein Oberflächenkondensator besteht daher immer aus einem oder mehreren Rohrbündeln, die in irgendeiner Weise in einen Behälter eingeschlossen sind. An sich ist es gleichgültig, ob das Kühlwasser durch die Rohre hindurchgeleitet wird und der Dampf die Rohre von außen umspült oder umgekehrt. Dieser umgekehrte Fall wird aber neuerdings wohl nur noch dann angewendet, wenn es möglich ist, die Rohrbündel mit dem hindurchströmenden Dampfe in größere gemauerte Wasserbehälter hineinzu legen. In allen anderen Fällen pflegt man das Kühlwasser durch die Rohre hindurchzuleiten.

Abb. 79 zeigt den Grundgedanken eines solchen Oberflächenkondensators. Das Kühlwasser tritt in den unteren Teil der rechten Kammer des Kondensators ein, durchströmt die untere Hälfte des Rohrbündels von rechts nach links, die obere Hälfte von links nach rechts und tritt als erwärmtes Wasser rechts oben aus dem Kondensator aus. Der niederzuschlagende Dampf tritt oben in den Kondensator ein und wird als Kondensat (niederschlagener Dampf) unten abgezogen.

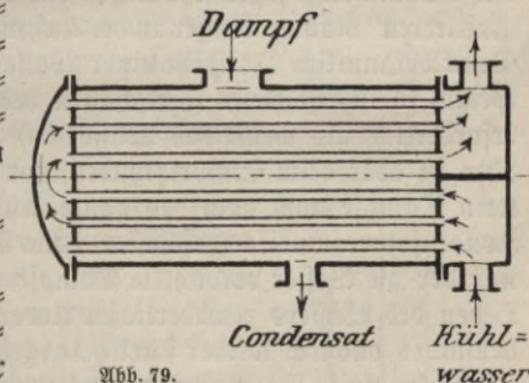


Abb. 79.

Kühlwasser

**Eigenschaften der Oberflächenkondensatoren.** Der Bedarf an Kühlwasser ist hier wesentlich größer als bei Mischkondensatoren und

beträgt zur Erzielung einer gleichen Luftleere ungefähr das Doppelte wie dort, also etwa das 40—50fache des niederzuschlagenden Dampfgewichtes. Der Grund ist nicht schwer einzusehen: Da das Wasser nicht selber mit dem Dampfe in Berührung kommt, muß dafür gesorgt werden, daß überall ein hinreichend großer Unterschied zwischen Dampf-temperatur und der Temperatur der vom Dampfe berührten Wände vorhanden ist. Das ist aber, eben wegen der Wandungen, nur dadurch möglich, daß der Temperaturunterschied zwischen Dampf und Kühlwasser stets größer gehalten wird, als dies bei unmittelbarer Berührung zwischen Dampf und Wasser notwendig wäre. Ebenso muß auch beim Oberflächenkondensator aus demselben Grunde die Temperatur des abfließenden Kühlwassers tiefer gehalten werden als beim Mischkondensator und beides läßt sich bei gleicher Eintrittstemperatur des Kühlwassers eben nur durch Verwendung größerer Kühlwassermengen erreichen.

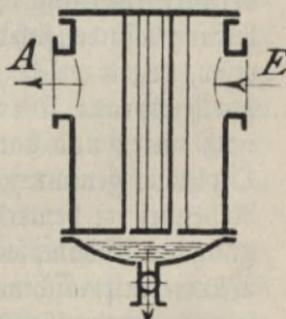
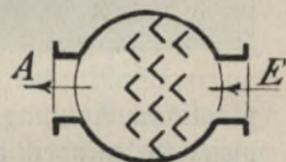
Da Wasserbeschaffung Geld kostet, so scheint zunächst in diesem größeren Wasserbedarfe ein schwerer Nachteil des Oberflächenkondensators gegenüber dem Mischkondensator zu liegen. Nun ist aber folgendes zu beachten: Im Innern des Kondensators, gleichgültig ob Oberflächen- oder Mischkondensator, herrscht, wie wir gesehen hatten, eine sehr geringe Spannung, sagen wir annähernd Luftleere. Wenn aber aus diesem „Luftleeren“ Raume Wasser in die Außenluft geschafft werden soll, deren Druck bekanntlich der Höhe einer Wassersäule von ungefähr 10 m entspricht, so ist für dieses Fortschaffen des Wassers gerade so viel Arbeit erforderlich, als wenn das Wasser 10 m hochgehoben werden müßte. Nun ist aber beim Einspritzkondensator neben dem zu Wasser verdichteten Dampfe auch noch das ganze Kühlwasser aus dem „Luftleeren“ Kondensatorraume fortzuschaffen, beim Oberflächenkondensator dagegen nur der zu Wasser verdichtete Dampf; es wird also bezüglich der zum Heben des Wassers erforderlichen Arbeit der Vorteil des Einspritzkondensators dadurch wieder stark herabgemindert. Wie man erkennt, bestände in dieser Beziehung die vollkommenste Kondensation in einem Oberflächenkondensator, welcher in einen natürlichen Fluß oder größeren Bach gelegt werden könnte, da hier eine künstliche Bewegung des Kühlwassers vollständig in Fortfall käme und außerdem auch noch wegen der Unmöglichkeit des Eindringens von Luft eine sehr vollkommene Druckverminderung im Kondensator zu erwarten stände.

In der Regel wird für die Anwendung der einen oder anderen Kondensatorgattung der schon früher erwähnte Gesichtspunkt maßgebend sein, ob der aus der Maschine kommende Dampf wieder zur Kessel-

speisung verwendet werden soll (Oberflächenkondensator) oder nicht (Einspritzkondensator).

Gegenüber dem Mischkondensator hat der Oberflächenkondensator den Nachteil, daß sein Aufbau weniger einfach ist, der Kondensator daher teurer wird und mehr Aufmerksamkeit in der Bedienung erfordert. Der Grund hierfür liegt, wie leicht einzusehen ist, hauptsächlich in den vielen Rohren, deren Enden in den Kondensatorwandungen dauernd gut dichtgehalten werden müssen. Auch die ganze Anlage sowie der Betrieb werden umständlicher und teurer, da die Zahl der hier erforderlichen Pumpen unter allen Umständen größer ist als beim Mischkondensator. Ein selbsttätiges Ansaugen von Wasser ist natürlich ausgeschlossen. Wir brauchen daher eine Kaltwasserpumpe (Umlaufpumpe), die das Wasser durch die Kühlrohre hindurchdrückt. Der zu Wasser verdichtete Dampf muß ebenfalls durch eine Pumpe aus dem Kondensator herausgeschafft werden. Die dazu verwendete Pumpe wird Kondensatpumpe genannt, und endlich wird meist auch noch die Luft durch eine besondere Pumpe aus dem Inneren des Kondensators abgesaugt, was durch die Trockenluftpumpe oder, wie sie hier wohl auch einfach genannt wird, Luftpumpe, bewerkstelligt wird. Umlaufpumpe, Kondensatpumpe, Luftpumpe sind also die Pumpen, die wohl immer bei einer Oberflächenkondensation angetroffen werden. Dazu kommt dann in sehr vielen Fällen, namentlich dann, wenn es sich um größere Zentralkondensationen handelt, noch eine vierte Pumpe:

Der Hauptvorteil einer Oberflächenkondensation besteht ja darin, daß der in dem Kondensator niedergeschlagene Dampf ein sowohl wegen seines Wärmeinhaltes als auch wegen seiner Reinheit ideales Kesselspeisewasser darstellt, oder, richtiger gesagt, darstellen würde, wenn er nicht (bei Verwendung von Kolbendampfmaschinen) durch Öl verunreinigt wäre, welches zum Schmieren der Kolben und Stopfbüchsen unbedingt nötig ist. Es kommt also darauf an, dieses in Gestalt feiner und feinsten Tröpfchen in dem Wasserdampfe enthaltene Öl vor dem Eintritt in den Oberflächenkondensator möglichst vollkommen abzuscheiden. Der Grundgedanke aller dieser Ölabscheider besteht darin, daß man den strömenden Dampf oftmals hintereinander plötzliche Richtungsänderungen durchmachen läßt. Die in dem Dampfströme schwebenden Ölteilchen können diese



*Öel*

Abb. 80.

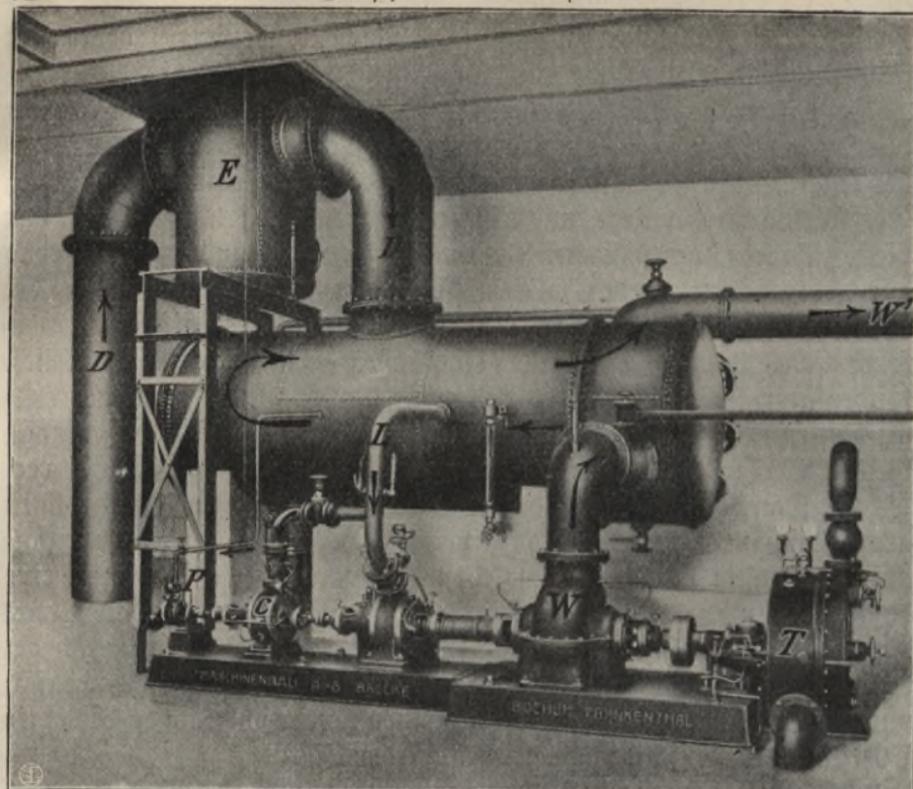


Abb. 81.

plötzlichen Richtungsänderungen nicht mitmachen und scheiden sich bei dieser Gelegenheit aus. Abb. 80 zeigt, wie sich dieser Gedanke etwa verwirklichen läßt. In einer topfartigen Erweiterung der Dampfrohrlleitung befinden sich dachziegelförmig hintereinander angeordnete Winkelleisen, gegen welche der Dampf auf seinem Wege durch den Topf hindurch anprallt. Die Öltröpfchen bleiben in den Winkelleisen sitzen, rinnen nach unten und dann durch ein Rohr zu einer kleinen Pumpe (daher Ölpumpe genannt), welche das Öl nach irgendeinem Behälter drückt. Nebenbei sei bemerkt, daß bei Dampfturbinen eine solche Verunreinigung des Abdampfes durch Öl nicht eintritt (siehe des Verfassers „Neuere Wärmekraftmaschinen II“ [MKG Bd. 86]), so daß Oberflächenkondensatoren gerade für Dampfturbinen fast ausschließlich verwendet werden.

Als Beispiel einer größeren Oberflächenkondensationsanlage, wie sie von Balcke (Bochum) für Zentralkondensationen ausgeführt wird, diene Abb. 81. Das Kühlwasser geht von der Umlaufpumpe *W* in Richtung der großen Pfeile, entsprechend der Gerippfskizze Abb. 79, durch

den Kondensator hindurch und tritt als erwärmtes Wasser rechts oben bei  $W'$  aus. Der von links aus dem Rohr  $D$  kommende Dampf geht zunächst durch den Ölabscheider  $E$  und tritt dann oben in den Kondensator ein. Links neben der Umlaufpumpe befindet sich die Trockenluftpumpe, welche etwa in mittlerer Höhe bei  $L$  die in den Kondensator eingedrungene Luft absaugt. Die nächstfolgende Pumpe  $C$  ist die Kondensatpumpe, und endlich  $P$  ist die Ölpumpe, welche das in  $E$  abgeschiedene Öl ansaugt und nach einem in der Abbildung nicht sichtbaren Behälter drückt.

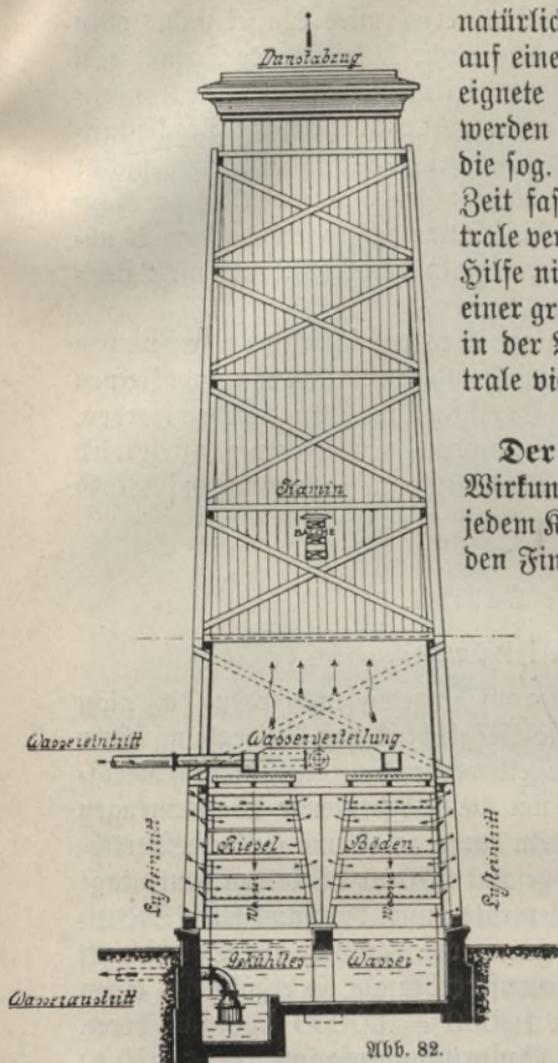
Eine Eigentümlichkeit dieser Anlage ist es, daß sämtliche vier Pumpen als Zentrifugalpumpen ausgebildet sind und gemeinsam von einer kleinen in der Abbildung rechts sichtbaren Dampfturbine  $T$  angetrieben werden, wodurch insbesondere eine große Einfachheit der Bedienung erzielt wird (siehe des Verfassers „Hebezeuge“, Abschnitt Zentrifugalpumpen [MKG Bd. 196]).

## Viertes Kapitel.

### Rückkühlwerke.

**Zweck.** Es war schon oben darauf hingewiesen worden, daß nicht nur der Nutzen, sondern sogar die Möglichkeit der Anwendung einer Kondensation sehr leicht in Frage gestellt werden kann durch die Schwierigkeit der Wasserbeschaffung, denn um welche bedeutende Wassermengen es sich da unter Umständen handeln kann, zeigt eine einfache Berechnung. Maschinenanlagen von insgesamt 10000 PS bilden heutzutage bei großen Fabriken, elektrischen Zentralen usw. durchaus keine Seltenheit. Nimmt man nun an, daß eine solche Maschine im Durchschnitt für jede Std-PS nur etwa 6 kg Dampf verbraucht, so ergäbe das einen stündlichen Verbrauch von  $6 \times 10000 = 60000$  kg, für deren Niederschlagung selbst bei guter Einspritzkondensation  $20 \times 60000 = 1200000$  kg = 1200 cbm Wasser in der Stunde, also 20 cbm in der Minute erforderlich wären.

Wie man sieht, wird die ununterbrochene Neubeschaffung solcher Wassermengen nur in seltenen Fällen möglich sein. Denkbar ist auch der Fall, daß die Beschaffung der zur Kondensation erforderlichen Wassermenge z. B. aus Brunnen zwar möglich ist, daß es aber aus irgendeinem Grunde nicht zugänglich ist, das durch die Kondensation stark erwärmte Wasser etwa in einen vorhandenen kleinen Wasserlauf hineinzuleiten. In beiden Fällen hilft man sich dadurch, daß man für die Kondensation immer wieder dasselbe Wasser verwendet, welches aber



natürlich vor jeder erneuten Verwendung auf eine für Zwecke der Kondensation geeignete niedrige Temperatur gebracht werden muß. Das Hilfsmittel dazu sind die sog. Rückkühlwerke, welche in neuerer Zeit fast bei jeder größeren Dampfzentrale verwendet werden, da man mit ihrer Hilfe nicht so eng an das Vorhandensein einer großen Wasserquelle gebunden, also in der Wahl des Platzes für diese Zentrale viel freier ist.

Der Grundgedanke, auf welchem die Wirkung der Rückkühlwerke beruht, ist jedem Kinde bekannt. Wenn das Kind sich den Finger verbrannt hat, wenn ihm die Suppe auf dem Teller oder die Milch in der Tasse zu heiß ist, so pustet es darauf. Durch das Pusten wird ein lebhafter Luftstrom erzeugt, denn es wird Luft über den Finger, die Suppe oder die Milch hinweggeblasen. Luft nimmt aber begierig Wasserdampf auf, immer neue Luftteilchen müssen daher mit Wasserdampf gesättigt werden, immer neue Wasserteilchen müssen also verdampft werden. Für die Verdampfung ist Wärme erforder-

lich, diese zur Verdampfung erforderliche Wärme wird der Oberfläche des (immer etwas feuchten) Fingers, der Suppe oder der Milch entzogen, d. h. alle drei werden dadurch abgekühlt.

**Ausführungsbeispiele.** Mannigfach sind die Vorrichtungen, die heute durch Ausbildung dieses Grundgedankens zur Rückkühlung von Kondensationswasser verwendet werden. Die weitaus größte Verbreitung jedoch haben die sog. Kühltürme gefunden, deren wesentliche Einrichtung Abb. 82 darstellt. Ein solches Rückkühlwerk besteht aus einem je nach Bedarf 15—20 m hohen turmartigen Aufbau, der in der Regel

aus Holz, manchmal aber auch aus Eisen oder Eisenbeton hergestellt wird. In dem untersten, meist etwas erweiterten Teile dieses Turmes befindet sich ein mehrere Meter hohes Gerüst, welches aus einer sehr großen Zahl kleiner wagerechter Latten besteht, die in vielen jeweilig senkrecht zueinander stehenden Lagen, in den sog. Rieselböden übereinander angeordnet



Abb. 83.

net sind. Oben auf diesem Lattengerüste befinden sich Verteilungsrinnen, in welche das durch die Kondensation erwärmte Wasser von den früher erwähnten Umlaufpumpen hinaufgedrückt wird. Von den Verteilungsrinnen rieselt das Wasser auf die Latten der Rieselböden, wird hier in lauter Tropfen aufgelöst und sammelt sich dann in einem Wasserbehälter, aus welchem die Umlaufpumpen das Wasser wieder ansaugen. Der über dem Lattengerüste befindliche schornsteinartige Aufbau erzeugt einen lebhaften Luftzug; die Luft tritt durch Öffnungen in dem unteren verbreiterten Teile des Turmes ein, strömt den herabfallenden Tropfen entgegen, sättigt sich also mit Wasserdampf und erzeugt dadurch eine lebhafte Verdunstung und damit, wie oben beschrieben, auch eine lebhafte Abkühlung.

Abb. 83 zeigt das Bild einiger solcher Kühltürme von Balcke, die Eintrittsöffnungen für Luft im unteren Teile des Turmes sind namentlich bei der im Vordergrunde befindlichen Anlage deutlich zu erkennen.

## Fünfter Abschnitt.

### Die Kolbendampfmaschine in ihren verschiedenen Verwendungsarten.

Im folgenden soll versucht werden, einen kurzen Überblick zu geben über die vielseitige Verwendbarkeit der Kolbendampfmaschine. Eine erschöpfende Behandlung dieser Aufgabe ist selbstverständlich im Rahmen dieses kleinen Buches nicht möglich, es dürfte aber wenigstens so viel aus dem Folgenden hervorgehen, daß es trotz aller Fortschritte, die namentlich in jüngster Zeit mit der Ausnützung der Naturkräfte gemacht wurden, auch heute noch keine Kraftmaschine gibt, welche sich in so wunderbarer Weise den verschiedensten Gebrauchszwecken anpassen läßt wie die alte Kolbendampfmaschine, und es scheint fast so, als ob trotz Gasmaschine, Elektromotor und Dampfturbine die Verhältnisse sich auch in absehbarer Zeit nicht wesentlich ändern werden. Denn wenn auch von gegnerischer Seite immer und immer wieder darauf hingewiesen wird, daß die Kolbendampfmaschine selbst heute noch in ihren besten Ausführungsformen die ihr zugeführte Wärme nur zu einem bejammernswert niedrigen Bruchteile in nutzbringende Arbeit umsetzt (siehe des Verfassers „Dampfmaschine I“ *MuG* Bd. 63 Abschn. IV), wenn ferner auch immer wieder darauf hingewiesen wird, wie groß die Nachteile sind, die mit der Dampfmaschine in ihrer Eigenschaft als Kolbenmaschine verbunden sind, so werden eben trotz alledem diese unleugbar schlechten Eigenschaften auch weiterhin immer wieder zurücktreten müssen gegen den großen Vorzug, daß es auch heute noch keine Kraftmaschine gibt, welche bei jedem Verwendungszwecke eine so große Betriebssicherheit und Anspruchslosigkeit in Unterhaltung und Bedienung aufweist wie gerade die vielgeschmähte Kolbendampfmaschine.

#### Erstes Kapitel.

#### Betriebsmaschinen.

**Allgemeine Eigenschaften.** Unter Betriebsmaschine versteht man in der Regel eine Maschine, welche zum Betriebe der verschiedenen Arbeitsmaschinen einer Fabrik (Drehbänke, Hobelmaschinen, Spinnerei-

maschinen, Druckereimaschinen usw.) oder aber auch zum Antriebe von Dynamomaschinen in elektrischen Zentralen dient. Die wesentlichste Charaktereigenschaft einer solchen Betriebsmaschine ist dabei die, daß sie jedenfalls längere Zeit hindurch mit annähernd gleicher Belastung arbeitet und für diese Normal- oder Nennleistung einen nach Lage der Verhältnisse möglichst geringen Dampf- und Kohlenverbrauch haben soll. Es ist das diejenige Arbeitsweise und derjenige Verwendungszweck, der wohl als der günstigste unter allen Verwendungszwecken der Kolbendampfmaschinen anzusehen ist. Zunächst wird die Aufstellung einer solchen Maschine in der Mehrzahl der Fälle in einem mehr oder minder schönen, gut beleuchteten und auch sonst gut ausgestatteten und gut gelegenen Raume erfolgen, so daß die Bedienung der Maschine in sorgfältiger, einwandfreier Weise erfolgen kann. Das hat z. B. sofort einen wesentlichen Einfluß auf die Wahl der Steuerung. Man ist durch keinerlei äußere Rücksichten gebunden und kann sich aus der großen Zahl von Steuerungen diejenige auswählen, welche bei dem zur Verfügung stehenden Dampfdrucke, bei der gegebenen Größe und dem gegebenen Verwendungszwecke der Maschine den günstigsten Dampf- und Kohlenverbrauch zu erzielen verspricht. Auch bei dem ganzen Aufbau der Maschine ist man verhältnismäßig wenig beschränkt, falls nicht besondere Rücksichten auf vorhandene Räumlichkeiten zu nehmen sind.

**Größe der Betriebsmaschinen.** Was die Leistung solcher Betriebsmaschinen betrifft, so finden wir hier Größen von einigen wenigen Pferdestärken bis hinauf zu vielen Tausenden von Pferdestärken. Allerdings ist hervorzuheben, daß kleinere Betriebsmaschinen in neuerer Zeit wohl immer seltener werden, da sie durch die in Anschaffung und im Betriebe billigeren, einfacher zu bedienenden und geringeren baulichen Beschränkungen unterliegenden Gasmaschinen verdrängt werden. Größere Leistungen finden sich bis hinauf zu 6000 PS und darüber, jedoch ist auch hier wieder zu bemerken, daß die Kolbendampfmaschine als Betriebsmaschine für elektrische Zentralen — und für solche kommen derartig große Leistungen ausschließlich in Betracht — in neuerer Zeit fast vollständig durch die gerade zum Dynamoantrieb weit geeignetere Dampfturbine verdrängt worden ist.

**Kleine Maschinen.** Je kleiner die Maschine ist, um so einfacher muß die ganze Bauart sein, um so einfacher die Steuerung, und wenn infolgedessen der Dampfverbrauch an sich auch etwas höher wird, als dies bei einer vollkommeneren Bauart der Fall wäre, so ist eben doch

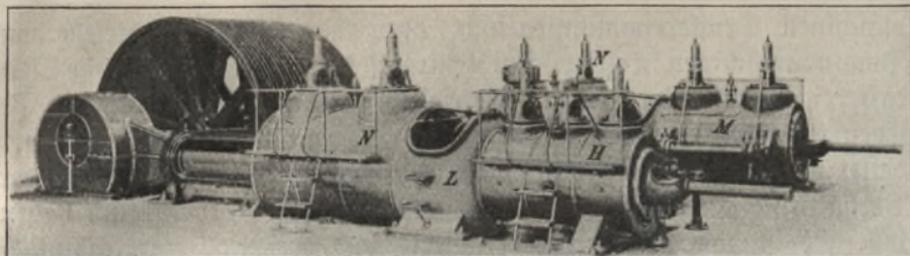


Abb. 84.

in Betracht zu ziehen, daß höhere Anlage-, Verzinsungs- und Tilgungskosten dieser vollkommeneren Anlage die hier vergleichsweise geringen Vorteile eines günstigeren Dampfverbrauches und Kohlenverbrauches wahrscheinlich wieder aufheben würden. Auch etwaige Wünsche bezüglich der äußeren Gestaltung der Maschine werden häufig zurücktreten müssen und zurücktreten können gegenüber dem Vorteile, der sich durch die Gelegenheit zu billigerem Ankauf einer Maschine bietet. Leider ist man in dieser Beziehung in Deutschland noch immer viel schwerfälliger als z. B. in Amerika, wo einzelne Fabriken ganz wenige Gattungen und Größen von Maschinen, diese aber natürlich dafür um so billiger herstellen, während der Abnehmer seine Wünsche bezüglich der äußeren Gestaltung der Maschine gern zurücktreten läßt gegenüber dem Vorteile ihres billigeren Preises.

**Große Maschinen.** Je größer die Maschine wird, um so mehr treten alle anderen Forderungen zurück gegenüber der Forderung eines möglichst geringen Dampfverbrauches. Hier ist die vollkommenste Bauart, die sorgfältigste Ausführung, die beste Steuerung eben gerade gut genug. Hier wird der gegebene Fall sein, von all den Hilfsmitteln Gebrauch zu machen, welche die neuzeitliche fortgeschrittene Werkstattechnik, die neuesten Ergebnisse theoretischer Forschung, die neuesten Erfahrungen dem Ingenieur an die Hand geben: hohe Dampfspannung, mit hoher Dampfüberhitzung, weitgehende Dampfdehnung in mehreren Stufen, gute Kondensationsanlage, vollkommenste Steuerung mit vorzüglicher Regulierfähigkeit werden hier am Platze sein. Hier können Bruchteile von Kilogrammen Kohle, die bei einer besseren Maschine für jede Std-PS erzielt werden, in kurzer Zeit die höheren Anschaffungskosten für diese bessere Maschine wieder einbringen.

Abb. 84 zeigt den allgemein üblichen Aufbau ganz großer Betriebsmaschinen nach einer Ausführung von Gebrüder Sulzer in Winterthur. Es ist eine Maschine mit dreistufiger Dampfdehnung. Der Niederdruckzylinder ist in zwei Teile *N* zerlegt, welche sich aus den auf S. 16

angegebenen Gründen vorn an der Geradsführung befinden. Hinter dem Niederdruckzylinder ist auf der einen Maschinenseite der Hochdruckzylinder *H*, auf der anderen Seite der Mitteldruckzylinder *M* angeordnet. Die Maschine dient zum Antriebe einer großen Spinnerei, deren Triebwerkswellen von dem als Seilscheibe ausgebildeten Schwungrade der Maschine mit Hilfe von Hanfseilen angetrieben werden.

## Zweites Kapitel.

### Lokomobilen.

**Bauarten.** Eine besondere Art von Betriebsmaschinen stellt die Lokomobile dar. Sie entstand aus den Bedürfnissen des landwirtschaftlichen Betriebes und war daher in ihren ersten Ausführungen eine Maschine, die wirklich loco mobile war, d. h. auf Rädern aufgebaut war und je nach Bedarf bald hierhin bald dorthin gefahren werden konnte. Diesem besonderen Verwendungszwecke mußte der ganze Aufbau der Maschine entsprechen. Sie bestand also und besteht zum Teil noch heute aus einem Kessel, welcher auf Räder gesetzt ist und auf welchem obendrauf die Dampfmaschine mit allen ihren Teilen angeordnet ist. Maschinen sowohl wie Kessel mußten dabei natürlich von möglichster Einfachheit sein, da unter Umständen für ihre Bedienung nur wenig fachmännisch gebildete Kräfte zur Verfügung standen und bei dem fortwährenden Hin- und Herschaffen, zum Teil auf schlechten Wegen, und bei der Notwendigkeit, unter Umständen im Freien bei Wind und Wetter arbeiten zu müssen, jede umständliche und verwickelte Bauart zu häufigen Betriebsstörungen führen mußte.

Aus diesen schwierigen Betriebsbedingungen heraus entstand die heutige Lokomobile. Allerdings versteht man darunter heute ja nicht mehr ausschließlich solche Maschinen, die wirklich bald hier bald dort aufgestellt werden sollen, vielmehr hat sich der Name heute als Bezeichnung für eine Maschinengattung entwickelt, bei welcher allgemein Kessel und Maschine ein zusammengehöriges Ganzes bilden. Von der großen Einfachheit ist freilich heute zum Teil nur noch wenig übriggeblieben, wenn man die Lokomobilen von vielen hundert, ja sogar von 1000 Pferdestärken ansieht, wie sie heute bereits gebaut werden und wie sie z. B. auf der Weltausstellung in Brüssel im Jahre 1910 in so prächtigen deutschen Ausführungen bewundert werden konnten.

**Betriebseigenschaften.** Bei allen neueren Lokomobilen wird geradeso wie bei den früher besprochenen Betriebsmaschinen, die man

dann wohl im Gegensatz zu Lokomobilen als ortsfeste Maschinen zu bezeichnen pflegt, von allen den oben S. 78 erwähnten Hilfsmitteln Gebrauch gemacht, die einen geringen Dampf- und Kohlenverbrauch erwarten lassen. Dabei tritt nun die eigentümliche Erscheinung zutage, daß gerade mit solchen neuzeitlichen Lokomobilen die günstigsten Dampf- und Kohlenverbrauchszahlen festgestellt werden konnten, die überhaupt jemals an Dampfmaschinen erzielt wurden. So wurde z. B. im Jahre 1909 bei einer Heißdampflokomobile der Firma R. Wolf (Magdeburg-Buckau), die noch dazu nur eine Nennleistung von 100 PS hatte, durch den Berliner Dampfkesselrevisionsverein ein Kohlenverbrauch von nur 0,404 kg für die Nutzpferdestärkenstunde festgestellt, d. h. ein Verbrauch, wie er selbst bei den größten, bestausgeführten ortsfesten Dampfmaschinen bis heute noch niemals erzielt werden konnte. Der Grund für diese eigentümliche Erscheinung liegt aber — abgesehen natürlich von vollkommener Ausführung — gerade in dem engen Zusammenbau von Kessel und Maschine, wodurch alle die Verluste vermieden werden, die sonst bei getrenntem Aufbau von Maschine und Kessel durch die Fortleitung des Dampfes selbst in den besteingehüllten Rohrleitungen unvermeidlich sind.

Es zeigt sich freilich wohl auch hier der große Vorteil, der darin besteht, daß einzelne Fabriken eine bestimmte Maschinengattung als ihr Sondergebiet ansehen und eben ausschließlich oder fast ausschließlich diese Maschinengattung bauen. Der Bau von Lokomobilen ist heute auch in Deutschland das Arbeitsgebiet nur ganz weniger großer Firmen, die aus der anfänglich, fast könnte man sagen, rohen Maschine in jahrzehntelanger unermüdlicher Arbeit eine Maschine geschaffen haben, die heute durch ihre vielseitige Verwendbarkeit und ihre große Wirtschaftlichkeit zu den besten Kraftmaschinen gehört, die wir überhaupt besitzen. So dürfte es denn nicht verwunderlich sein, daß Lokomobilen sich heute als Betriebsmaschinen in fast allen Zweigen der Technik vorfinden, nicht zum wenigsten in elektrischen Zentralen, namentlich dann, wenn es bei teureren Brennstoffen auf möglichst geringen Kohlenverbrauch ankommt. Daneben aber wird es immer ein Vorteil der Lokomobile bleiben, daß sie eben wirklich als Maschine gebaut und verwendet werden kann, die loco mobile ist und zwar nicht nur in landwirtschaftlichen Betrieben, sondern auch dann, wenn es sich darum handelt, rasch und vielleicht nur für wenige Tage oder gar Stunden an irgend einem Orte eine Betriebskraft aufzustellen. Wie manche schwere Betriebsstörung in einer Fabrik ist schon durch rasches Herbeischaffen einer Lokomobile beseitigt worden, wie manche durch plötzlichen Wolkenbruch

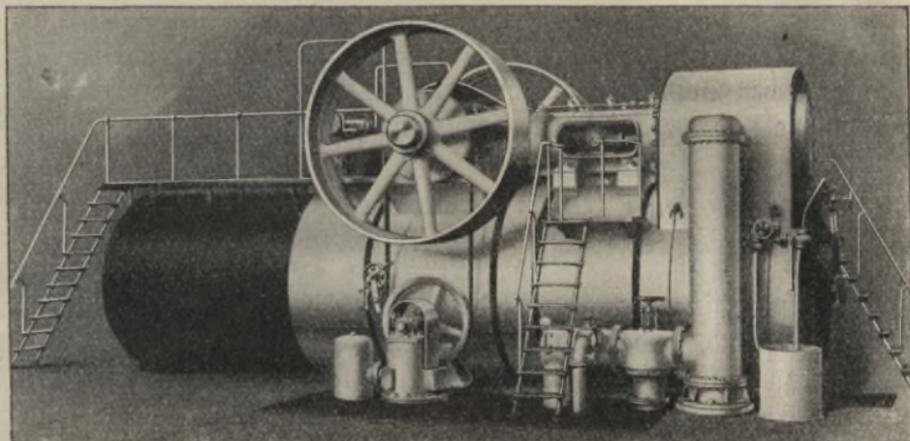


Abb. 85.

oder Dammbbruch eröffnete Baugrube usw. ist schon durch eine gerade verfügbare Lokomobile und angehängte Zentrifugalpumpe in wenigen Stunden wieder benutzbar geworden.

Der Nachteil einer durch eine Lokomobile gebildeten Kraftanlage besteht eigentlich nur darin, daß Maschine und Kessel sich in einem und demselben Raume befinden, was für die Sauberhaltung der Maschine meist nicht sehr vorteilhaft ist, sowie ferner in dem Umstand, daß Kessel und Maschine eben ein untrennbares Ganzes bilden, so daß z. B. bei notwendig werdenden Ausbesserungen am Kessel sofort auch der Maschinenbetrieb eingestellt werden muß, während bei ortsfesten Maschinen meist schon von vornherein ein Aushilfskessel für solche Fälle vorhanden ist.

**Ausführungsbeispiel.** Abb. 85 zeigt die neueste Ausführungsform einer Lokomobile der Firma N. Wolf (Magdeburg-Buckau), wie sie für große Leistungen, etwa in den Grenzen von 250—500 PS gebaut wird. Die Maschine arbeitet als Verbundmaschine mit hochüberhitztem Dampfe. Die Feuerstelle befindet sich auf dem in der Abbildung rechts befindlichen Ende des Kessels. Die Feuergase gehen von rechts nach links durch den Kessel hindurch, umspülen die in dem hinteren, dunkel gestrichenen Teile des Kessels liegenden Dampfüberhitzerrohre und werden dann nach unten durch einen gemauerten Kanal in einen Schornstein geleitet. Die Maschine ist, wie gesagt, eine Verbundmaschine: der Hochdruckzylinder befindet sich auf der dem Beschauer abgewendeten (hinteren) Seite; der aus dem vorn liegenden Niederdruckzylinder kommende Dampf umspült zunächst ein in dem großen senkrechten Rohre befindliches Rohrbündel, durch welches das Kesselspeisewasser hindurchgedrückt wird (den Kessel-

speisewasservorwärmer), und tritt dann von da in das kleinere darunter befindliche querliegende Rohr, den Einspritzkondensator. Unterhalb des vorn liegenden Schwungrades befinden sich Maßluftpumpe und Kesselspeisepumpe und werden durch einen Riemen von der Hauptwelle angetrieben.

### Drittes Kapitel.

#### Lokomotiven.

**Betriebsbedingungen.** Mit der Lokomotive verwandt, nicht nur dem Namen nach, sondern in gewissem Sinne auch nach Bau und Verwendungszweck ist die Lokomotive. Auch sie könnte ja im besten Sinne des Wortes als loco mobile bezeichnet werden; auch hier bilden Kessel und Maschine ein untrennbares Ganzes, auch hier tritt bei Kessel und Maschine die Forderung auf: möglichst einfache Bauart, die selbst starken Stößen gewachsen ist und die es gestattet, auch in Sturm und Wetter und selbst bei starker Verschmutzung den Betrieb in vollem Umfange aufrechtzuerhalten. Aber nicht nur das! Bei der Lokomotive treten noch eine Reihe anderer erschwerender Umstände und Betriebsbedingungen hinzu. Ein solcher erschwerender Umstand ist z. B. die starke räumliche Beschränkung, die dem Erbauer auferlegt ist, einmal durch die vorgeschriebene Spurweite und zweitens, damit zusammenhängend, durch das zur Verfügung stehende sogenannte Normalprofil, d. h. diejenige Querschnittsfläche von bestimmter vorgeschriebener Gestalt, über deren Ränder kein Teil eines Eisenbahnfahrzeuges hinausragen darf.

Ein weiterer großer Übelstand sind die harten Betriebsbedingungen, welchen die Steuerung der Maschine genügen soll. Der mitzunehmende Wasservorrat ist naturgemäß beschränkt, die Maschine soll also möglichst geringen Dampfverbrauch haben. Dabei ist aber die Anwendung von Kondensation natürlich ausgeschlossen und nun muß die Steuerung auch noch so beschaffen sein, daß sie verschiedene Umlaufsrichtungen der Maschine ermöglicht, denn eine Lokomotive muß ja nicht bloß vorwärts, sondern auch rückwärts fahren können. Die Steuerung muß es ferner ermöglichen, dem Zylinder bald sehr große, bald sehr kleine Füllungen zu geben, denn bald soll die Lokomotive einen schweren Eisenbahnzug eine steile Rampe hinaufziehen, bald soll sie in ebener oder talwärtsgerichteter Fahrt längere Zeit eine ganz geringe Kraft ausüben, und bei allen diesen schweren Anforderungen darf die Steuerung nichts weniger als empfindlich sein, muß sie doch selbst unter den ungünstigsten Betriebsbedingungen, bei heftigen Stößen, bei Regen und Schnee und bei starker Verschmutzung gleich anstandslos arbeiten.



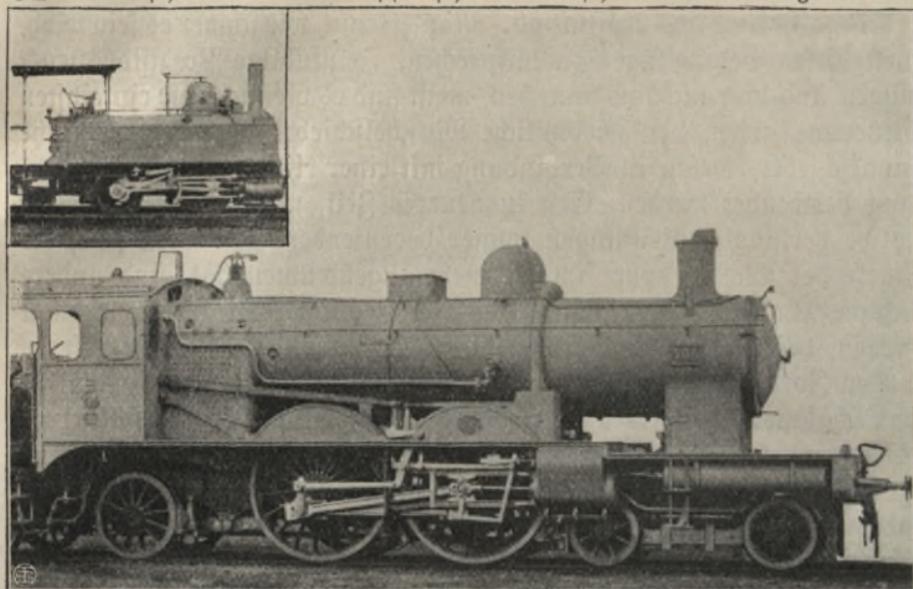


Abb. 87.

Verbundwirkung eigentlich erst dann einen nennenswerten Erfolg hatte, als man sich entschloß, für große Leistungen vierzylindrige Lokomotiven zu bauen, so daß also gewissermaßen auf jeder Seite der Lokomotive sich eine vollständige Verbundmaschine befand. Abb. 86 a. v. S. zeigt z. B. die Anordnung der Zylinder bei einer solchen vierzylindrigen Lokomotive nach einer Skizze aus Matschoß, die Entwicklung der Dampfmaschine, J. Springer (Berlin).

**Heißdampflokomotiven.** Ein großer Fortschritt in der Verringerung des Dampfverbrauches war es dann, als es gelang, auch bei Lokomotiven hochüberhitzten Dampf zu verwenden. Es stellte sich heraus, daß man in diesem Falle mit einstufiger Dampfdehnung, also mit einer gewöhnlichen Zwillingmaschine etwa dieselben Erfolge erzielte, wie unter Verwendung gesättigten Dampfes mit einer zweistufigen Expansionsmaschine. Daß bei vierzylindriger zweistufiger Dampfdehnung und hochüberhitztem Dampfe der Dampfverbrauch sich noch weiter erniedrigte, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Aber ebenso selbstverständlich dürfte es sein, daß man von dieser immerhin nicht ganz einfachen Bauart nur dann Gebrauch machen wird, wenn es sich um sehr große Leistungen handelt, wie sie heute manchmal — bis hinauf zu 500 PS — von Lokomotiven verlangt werden.

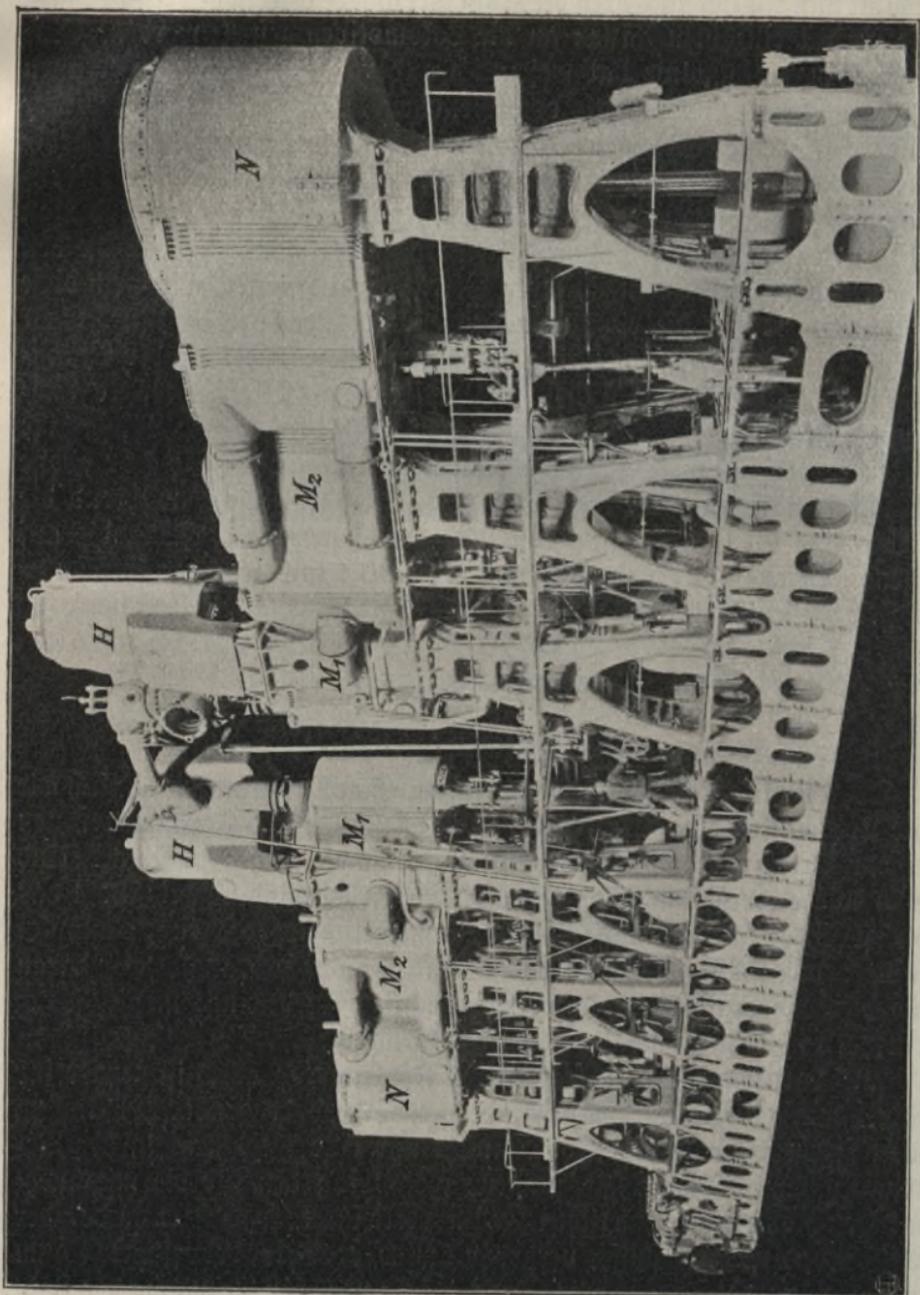
**Verschiedenheiten der Bauart.** Zu allen diesen Schwierigkeiten kommt nun endlich auch noch die große Verschiedenheit in den Ansprüchen, die in den einzelnen Fällen an die Lokomotiven gestellt werden. Eine Schnellzugslokomotive hat wesentlich andere Bedingungen zu erfüllen als eine schwere Güterzugslokomotive, eine Güterzugslokomotive wieder andere als eine Verschiebelokomotive und so weiter fort. Man denke nur an die vielen noch übrigen Arten, wie Lokomotiven für Nebenbahnen, Zahnradbahnen, Kleinbahnen, Industriebahnen usw. und man wird erkennen, welche Schwierigkeiten es machen muß, neben all den übrigen oben erwähnten schweren Betriebsbedingungen auch noch diese Bedingungen für die einzelnen Verwendungszwecke zu erfüllen. Sehr fesselnd in dieser Beziehung ist Abb. 87, welche zwei von der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft in Mülhausen (Elsaß) gebaute Maschinen in genauem Größenverhältnis darstellt. Die große Lokomotive ist eine vierzylindrige Verbund-Schnellzugslokomotive für sehr große Geschwindigkeiten und Züge von 300—400 t Gewicht, während die kleine eine Grubenmaschine von 670 mm Spurweite darstellt, die auf ebener Strecke nur Züge von etwa 50—60 t mit geringer Geschwindigkeit ziehen kann.

## Viertes Kapitel.

### Schiffsmaschinen.

**Allgemeine Betriebsbedingungen.** Eine Maschine, die ähnlich wie die Lokomotive eine Beförderung von Menschen und Frachtgütern von einem Orte zum anderen bewerkstelligt, ist die Schiffsmaschine. Und doch wie anders sind hier wieder die Betriebsbedingungen! Wohl das oberste Gesetz für die Schiffsmaschine, namentlich die der Handelsdampfer lautet: möglichst geringer Kohlen- und Dampfverbrauch; und daran anschließend ergibt sich die weitere wichtige Forderung: möglichst geringer Platzbedarf, möglichst geringe Gewichte.

Die Forderung möglichst geringen Kohlenverbrauches ist gerade für Schiffsmaschinen aus dem Grunde von so hervorragender Wichtigkeit, weil jede Ersparnis an Kohlen nicht nur eine Verbilligung der Betriebskosten zur Folge hat, sondern gleichzeitig den für die mitzunehmenden Kohlen erforderlichen Raum verkleinert, so daß entweder der Aktionsradius des Schiffes vergrößert wird, oder aber der ersparte Raum wieder zur Vergrößerung des Laderaumes oder zur Erhöhung der Zahl der mitzunehmenden Reisenden verwendet werden kann. Die Notwendigkeit der Forderung geringen Platzbedarfes und möglichst geringen



Gewichtes ist demgemäß wohl ohne weiteres verständlich. Gerade bei Schiffen finden sich daher schon frühzeitig die Versuche einer möglichst günstigen Dampfausnützung durch weitgehende Dampfdehnung. Während man bei Landdampfmaschinen über dreistufige Dampfdehnung wohl nur in seltenen Ausnahmefällen hinausgeht, ist vierstufige Dampfdehnung bei großen Dampfmaschinen heutzutage gar nichts Seltenes.

**Leistungen großer Schiffsmaschinen.** Allerdings muß darauf hingewiesen werden, daß Leistungen, wie sie heute bei Schiffsmaschinen vorkommen, bei Landdampfmaschinen unbekannt sind. Die Kolbendampfmaschinen des Schnelldampfers Kaiser Wilhelm der Große des Norddeutschen Lloyd's z. B. weisen bei dreistufiger Dampfdehnung eine Leistung von 28 000 PS auf, die beiden Hauptmaschinen des Schnelldampfers Deutschland leisteten zusammen 37 000 PS — das Schiff ist in neuerer Zeit umgebaut worden —; von den beiden großen Hauptantriebsmaschinen des Schnelldampfers Kaiser Wilhelm II. leistet jede Doppelmaschine (Abb. 88) bei vierstufiger Dampfdehnung etwa 20 000 PS, die ganze Maschinenanlage zusammen also 40 000 PS. Es sind dies auf einem engen Raume zusammengedrängte Leistungen, wie sie auf dem Lande nur in elektrischen Zentralen und auch da nur in Großstädten vorkommen, und man erkennt auch hier wieder, welche Rolle jeder Bruchteil eines für die Stunden-Pferdestärke ersparten Kilogramm Kohle für die Wirtschaftlichkeit solcher Schiffe spielt, braucht doch ein solcher neuzeitlicher Schnelldampfer täglich etwa 1000 t Kohlen, d. h. etwa den Inhalt zweier Güterzüge!

**Handelschiffe und Kriegsschiffe.** Bezüglich der Betriebsbedingungen bei Schiffsmaschinen ist noch hinzuweisen auf die Unterschiede, die sich aus der verschiedenen Gattung von Schiffen ergeben. Ganz wesentlich ist hier z. B. der Unterschied zwischen einem Handelsdampfer und einem Kriegsschiff, insbesondere einem Torpedoboote. Bei dem Handelsdampfer heißt es Geld verdienen, und da hier Geld bekanntlich gleichbedeutend ist mit Zeit, so folgt daraus, daß die Maschinen so gebaut sein müssen, daß sie das Schiff zwar dauernd mit möglichst großer Geschwindigkeit, gleichzeitig aber auch mit möglichst geringen Betriebskosten vorwärts bringen.

Anders dagegen bei einem Kriegsschiffe: Höchste Geschwindigkeit wird hier nur ausnahmsweise verlangt und zu den Zeiten, wo sie verlangt wird, spielt die Wirtschaftlichkeit eine vergleichsweise untergeordnete Rolle. Gerade auf Kriegsschiffen, insbesondere bei Torpedobooten kommt

es aber darauf an, die Maschinen möglichst leicht zu machen und sie auf einen möglichst kleinen Raum unterzubringen, und so kann man finden, daß Maschinen für Handelsdampfer gleichwertige Kriegsschiffsmaschinen an Größe und an Gewicht um ein mehrfaches übertreffen. Man erreicht diese kleineren Abmessungen und leichteren Gewichte bei Kriegsschiffsmaschinen einmal durch raschere Umdrehzahlen der Maschine (Leistung ist gleich Kraft mal Weg in der Zeiteinheit!), ferner aber dadurch, daß man in Fällen der vorübergehend verlangten größtmöglichen Geschwindigkeit durch große Füllungen, also schlechtere Dampfausnützung, sowie durch starke Beanspruchung aller Teile die Leistung der Maschine bis zu ihrem Höchstwerte steigert.

Daß demgegenüber Schiffsmaschinen von Handelsdampfern, welche dauernd mit ihrer Höchstleistung arbeiten müssen, in allen Teilen wesentlich stärker ausgeführt sein müssen, bedarf danach wohl keiner Erklärung. So kommt es, daß, während auf neuzeitlichen großen Handelsdampfern die Maschinenanlage einschließlich Wasserrohrkesseln etwa 70 kg für die PS wiegt, die entsprechende Größe bei Torpedobooten herunter sinkt bis auf etwa 20 kg.

**Besondere Eigenschaften.** Vorzügliche Kondensation ist selbstverständlich eine unerläßliche Bedingung bei Schiffsmaschinen. Sie gestaltet sich hier insofern allerdings verhältnismäßig einfach, als Kühlwasser ja in unbegrenzten Mengen zur Verfügung steht. Infolgedessen und da es namentlich auf Dzeandampfern von großer Wichtigkeit ist, den niedergeschlagenen Dampf als Kesselspeisewasser wiederzugewinnen, finden sich bei Schiffen wohl durchgängig nur Oberflächenkondensatoren.

Eine wesentliche Rolle, noch mehr wie bei Landdampfmaschinen spielt ferner bei Schiffsmaschinen der möglichst erschütterungsfreie Gang. Abgesehen davon, daß bei der Vermeidung von Erschütterungen auf Handelsdampfern das Fahren angenehmer ist, auf Kriegsschiffen die Treffsicherheit der Geschütze erhöht wird, ergibt sich auch schon eine größere Haltbarkeit der gesamten Verbände des Schiffes. Nun bietet gerade bei Schiffsmaschinen dieser Umstand insofern eine Schwierigkeit, als hier erstens wegen Ersparnis an Grundfläche nur stehende Maschinen verwendet werden können, bei welchen ohnedies, wie schon früher S. 13 bemerkt wurde, der geringeren Auflagerfläche wegen Erschütterungen leichter vorkommen können. Dann aber besteht ja hier das Fundament der Maschine stets aus mehr oder weniger elastischen Eisenteilen, welche infolge der dauernd gleichmäßigen Bewegung der Maschine sehr leicht selber in Schwingungen geraten können. Es hat lange

Zeit gedauert, bis es, hauptsächlich auf Grund der Untersuchungen von Schlick (Schlick'sche Massenausgleichung), gelang, durch bestimmte Abmessungen der Gestängeteile und durch gewisse Stellungen der Kurbeln zueinander diese Erschütterungen der Maschine fast vollständig zu beseitigen.

### Fünftes Kapitel.

### Fördermaschinen.

Unter Fördermaschinen versteht man in der Technik Kraftmaschinen, welche auf Bergwerken zum Herausholen der unter Tage gewonnenen Schätze an Kohlen und Mineralien verwendet werden. Abb. 89 zeigt die Gerippstizze einer solchen Förderanlage. Die Hauptteile bilden das Maschinenhaus mit der Fördermaschine und ferner das in gewissem Abstände vom Maschinenhause befindliche Fördergerüst mit den Seilscheiben *c* und *d*. Auf der Maschinenwelle befindet sich eine

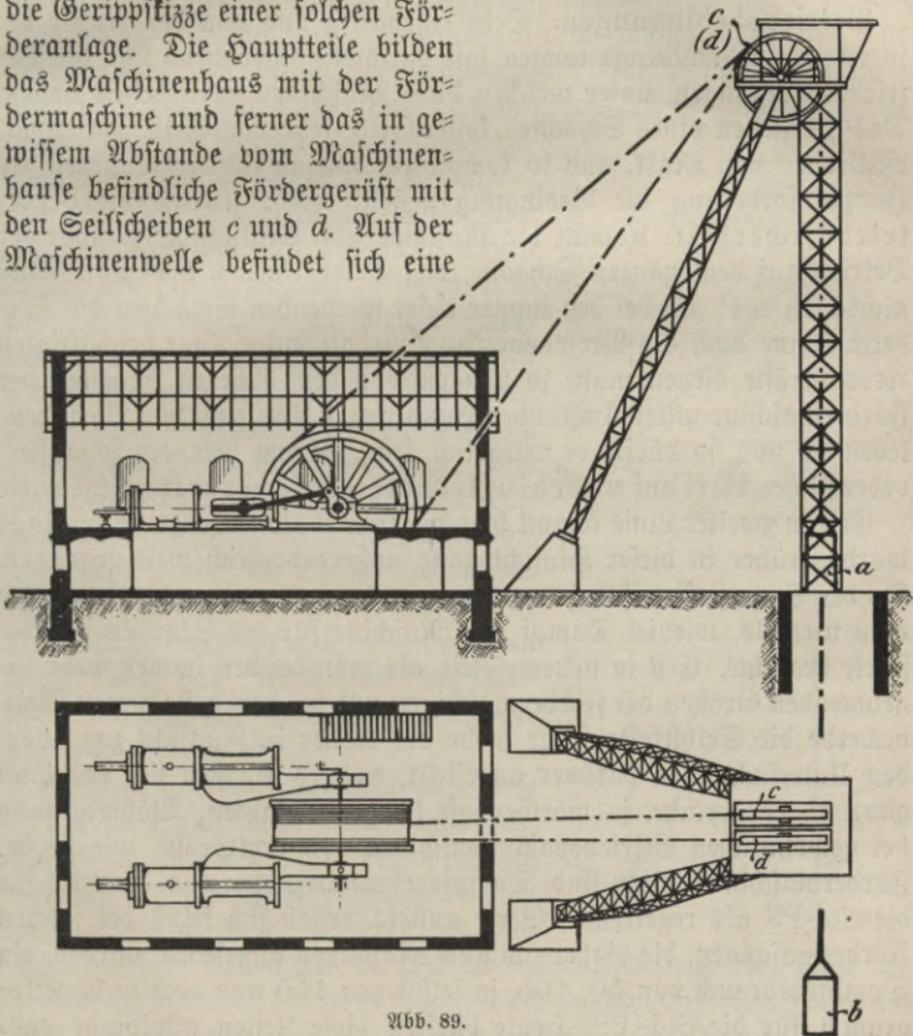


Abb. 89.

Trommel, auf welche zwei Seile in verschiedenen Richtungen aufgewickelt sind; genauer könnte man daher sagen, daß zwei solcher Trommeln dicht nebeneinander vorhanden sind. Die Seile werden über die Seilscheiben in den Schacht hinuntergeleitet und an ihrem Ende befindet sich je ein Gestell (Förderschale oder Förderkorb genannt; *a, b* Abb. 89), welches in geeigneter Weise „unter Tage“, wie der Bergmann sagt, mit Erzen oder Kohlen beladen, „über Tage“ dagegen an geeigneter Stelle entladen wird. Man erkennt leicht, daß infolge der verschiedenen Art der Aufwicklung der Seile bei Drehung der Maschinenwelle der eine Förderkorb stets abwärts geht, während der andere Korb heraufkommt.

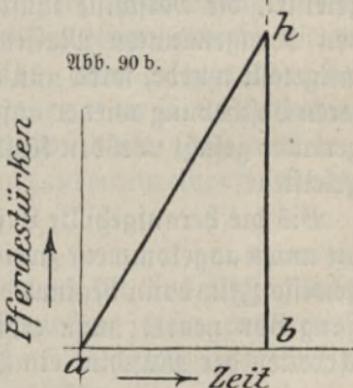
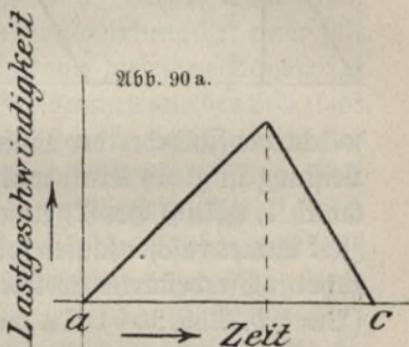
**Betriebsbedingungen.** Sehr eigenartig und von den früher besprochenen Maschinengattungen fast durchweg abweichend sind die Betriebsbedingungen, unter welchen diese Maschinen zu arbeiten haben. Das Herstellen eines Schachtes kostet Geld, sehr viel Geld, manchmal Millionen von Mark, und so kommt es, daß an Fördermaschinen als Hauptanforderung die Bedingung gestellt wird: unbedingte Betriebssicherheit. Kommt die Maschine zum Stillstande, so stockt der Betrieb auf dem ganzen Schachte, das Geldverdienen hört auf. Aber nicht bloß das! Da bei den immer tiefer werdenden Schächten die Fördermaschine auch als Personenaufzug für die unter Tage beschäftigten Arbeitskräfte dienen muß, so hängen von dem sicheren Arbeiten der Fördermaschine unter Umständen Hunderte, ja Tausende von Menschenleben ab und so dürfte es erklärlich sein, warum hier ein so außerordentlicher Wert auf unbedingte Betriebssicherheit gelegt wird.

Erst in zweiter Linie kommt hier die Betriebskostenfrage. Allerdings wurde früher in dieser Hinsicht ganz außerordentlich weit gegangen. Da der Brennstoff auf Kohlengruben als billig angesehen wurde, fragte man niemals, wieviel Dampf die Maschine für die Stunden-Pferdestärke brauchte. Erst in neuerer Zeit, als man bei den immer mehr zunehmenden Größen der Fördermaschinen und bei dem gesteigerten Wettbewerbe die Selbstkostenfrage mehr als bisher in Rücksicht zog, wurden Untersuchungen darüber angestellt, und es ergaben sich dabei oft ganz ungeheuerliche, ja märchenhaft klingende Zahlen. Während man bei gewöhnlichen Betriebsdampfmaschinen von der Größe, wie sie bei Fördermaschinen üblich sind, Dampfverbrauchszahlen von 7—8 kg für die Std-PS als regelrechte Werte ansieht, ergab sich selbst bei solchen Fördermaschinen, die bisher als gute Maschinen angesehen wurden, ein Dampfverbrauch von 50, 100, ja selbst von 150 und noch mehr Kilogramm für die Std-PS. Heute dürften diese Zeiten allerdings end-

gültig vorbei sein. Unter entsprechender Berücksichtigung der bei Betriebsmaschinen gewonnenen Erfahrungen werden heute 15 und noch weniger Kilogramm für die Std-PS von den Erbauern gewährleistet, 12 und noch weniger Kilogramm unter besonders günstigen Umständen erreicht.

**Arbeitsweise.** Woher kam nun dieser hohe Dampfverbrauch und durch welche Mittel gelang es, ihn heute so weit einzuschränken? Dazu dürfte es notwendig sein, sich zunächst einmal die Arbeitsweise einer solchen Fördermaschine klarzumachen. Auch hier heißt es: Zeit ist Geld. Das Heraufholen der Lasten soll also möglichst rasch geschehen, die Maschine muß also auch möglichst rasch auf ihre Höchstgeschwindigkeit gebracht werden. Dabei ist aber während des Anfahrens der Maschine nicht bloß das Gewicht der Last zu heben, sondern es sind auch die gesamten schweren Massen: Förderlast, Seiltrommeln, das Tausende von Kilogrammen wiegende Förderseil, die Förderschalen, auf denen die aufzuziehenden Lasten stehen, usw. in Bewegung zu setzen, d. h. zu „beschleunigen“. Zu diesem Inbewegungsetzen (Beschleunigen) der Massen gehört aber — ganz abgesehen vom Heben der Lasten! — Kraft, die Maschine muß also in den ersten Sekunden nach ihrem Anfahren eine außerordentlich hohe Leistung abgeben. Sind dann die Massen beschleunigt, so muß der Dampf auch wieder rechtzeitig abgesperrt werden, damit unter Ausnützung der erreichten lebendigen Kraft durch das „Auslaufen“ der Maschine die Last schließlich bis zu Tage gehoben wird.

Ein sehr übersichtliches Bild über diese Vorgänge erhält man, wenn man sich, Abb. 90 a, in einem Reize rechtwinkliger Geraden auf der Wagerechten die Zeit aufträgt, welche vom Anfahren der Maschine bis zum Ankommen der Last an der Entladestelle über Tage verstreicht, auf der Senkrechten dagegen die Geschwindigkeiten der Last in jeder dieser Zeiteinheiten. Man sieht: in dem hier als Beispiele angenom-



menen Falle geht die Last, in Folge der fortdauernden Einwirkung der Kraftmaschine, immer rascher, die Geschwindigkeit nimmt gleichmäßig zu bis etwa zur Hälfte der Zeit; dann wird der Dampf abgestellt, die Maschine läuft ohne Zutritt von Dampf leer, sie geht also immer langsamer, und es ist hier angenommen, daß das Abstellen des Dampfes so rechtzeitig erfolgte, daß die Maschine gerade stehenbleibt, wenn die Last an der „Hängebank“, d. h. an der Entladestelle über Tage angekommen ist. Abb. 90b

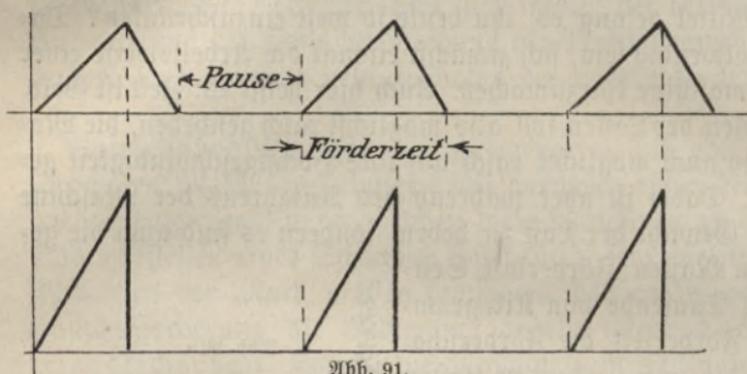


Abb. 91.

gibt noch ein anschauliches Bild über die Verteilung der Maschinenarbeit auf diese Zeit. Auf der Senkrechten ist hier aufgetragen die Leistung in PS,

welche die Zylinder der Maschine in jedem Augenblick hergeben müssen. Leistung ist gleich Kraft mal Weg in der Zeiteinheit (s. d. Verf. Dampfmaschine, I, MNUG Bd. 63 Abschn. I). Da die Maschine bis zur Mitte der Zeit immer rascher laufen soll, steigt mit der Geschwindigkeit auch die Anzahl der Pferdestärken, welche die Maschine leisten muß, bis etwa zur Mitte (Punkt *b*, Abb. 90b). Da hier aber der Dampf plötzlich abgesperrt wird, wird auch von den Kolben der Maschine von jetzt ab keine Arbeit mehr geleistet, die Maschine läuft jetzt leer mit, und die lebendige Kraft, die den obengenannten Massen von der Maschine während der Zeit *ab* mitgeteilt wurde, wird nun auf dem Rest des Weges allmählich zur weiteren Lasthebung wieder aufgezehrt. Arbeit wird also von der Maschine, genauer gesagt von den Kolben der Maschine nur während der Zeit *ab* geleistet.

Bis die heraufgeholtte Last oben fortgenommen ist, die neue Last auf die unten angekommene zweite Förderschale aufgeschoben ist, vergeht eine gewisse Zeit, dann beginnt der in Abb. 90a und 90b dargestellte Vorgang von neuem; man erhält also bei regelrechtem Betriebe von dem Arbeiten der Maschine ein Bild, wie es Abb. 91 darstellt.

**Gründe für hohen Dampfverbrauch.** Die Abb. läßt deutlich erkennen, daß eine Fördermaschine in einer Weise arbeitet, wie dies bei keiner der bisher besprochenen Gattungen von Maschinen der Fall war.

Man könnte diese Art zu arbeiten mit dem fortwährenden Auftreten von Explosionen vergleichen. Wie man sieht (Abb. 90b), muß die Maschine stark genug sein, um die Höchstleistung  $bh$  herzugeben, dabei wird aber diese Höchstleistung von ihr immer nur während eines verschwindend kleinen Bruchteiles der Arbeitszeit verlangt. Es ergeben sich demgemäß immer sehr große Zylinder, die sich während der verhältnismäßig langen Zeit, wo kein Dampf in sie hineinkommt, stark abkühlen, so daß dann der frisch eintretende Dampf durch Berührung mit den abgekühlten Wandungen starke Verluste an Temperatur, damit an Spannung und damit auch an Arbeitsfähigkeit erleiden muß. Dieses stoßweise Arbeiten mit den unvermeidlichen Abkühlungsverlusten ist der Hauptgrund für den hohen Dampfverbrauch solcher Fördermaschinen. Dazu kommen aber noch andere Gründe. Daß eine Fördermaschine immer mindestens zwei Zylinder haben muß, mit um  $90^\circ$  gegeneinander versetzten Kurbeln, um aus jeder Stellung anfahren zu können (s. S. 6), bedarf wohl kaum einer Erwähnung. Die Anwendung der Verbundwirkung bei einer solchen zweizylindrigen Maschine bietet aber genau dieselben Schwierigkeiten, wie sie oben bei Lokomotiven (s. S. 83) besprochen wurden und zwar sogar noch in erhöhterem Maße. Die Zeitdauer für das Arbeiten des Dampfes im Zylinder der Fördermaschine, also die Strecke  $ab$ , Abb. 90b, beträgt nämlich selten mehr als Bruchteile einer Minute. Ehe also nach Abstellen einer Anfahrvorrichtung der Vorteil der Verbundwirkung richtig erreicht werden kann, muß der Dampf schon wieder abgestellt werden, und so ist es auch erklärlich, daß auch bei der Fördermaschine Verbundmaschinen nur in der Form von Zwillingstandem-Verbundmaschinen, natürlich nur bei großen Leistungen, Verwendung finden.

Ähnliche Schwierigkeiten bieten sich gegenüber einem anderen Mittel zur Erzielung geringeren Dampfverbrauches, nämlich gegenüber der Anwendung von Kondensation. Es sei hier nur auf die S. 64 gemachten Bemerkungen verwiesen, aus denen hervorgehen dürfte, daß auch hier die Anwendung von Kondensation nur bei Vorhandensein einer Zentralkondensation möglich ist.

**Neuzeitliche Fördermaschinen.** Erst durch die Ausnützung aller der früher besprochenen Hilfsmittel zur Erzielung geringen Dampfverbrauches: hohe Dampfspannung, hohe Dampfüberhitzung, mehrstufige Dampfdehnung, gute Kondensation, vorzügliche Steuerung — gegebenenfalls unter entsprechender Anpassung an die Betriebsbedingungen der Fördermaschinen ist es in neuerer Zeit möglich geworden, die früher als unvermeidliches Übel angesehenen hohen Dampfverbrauchszahlen auf

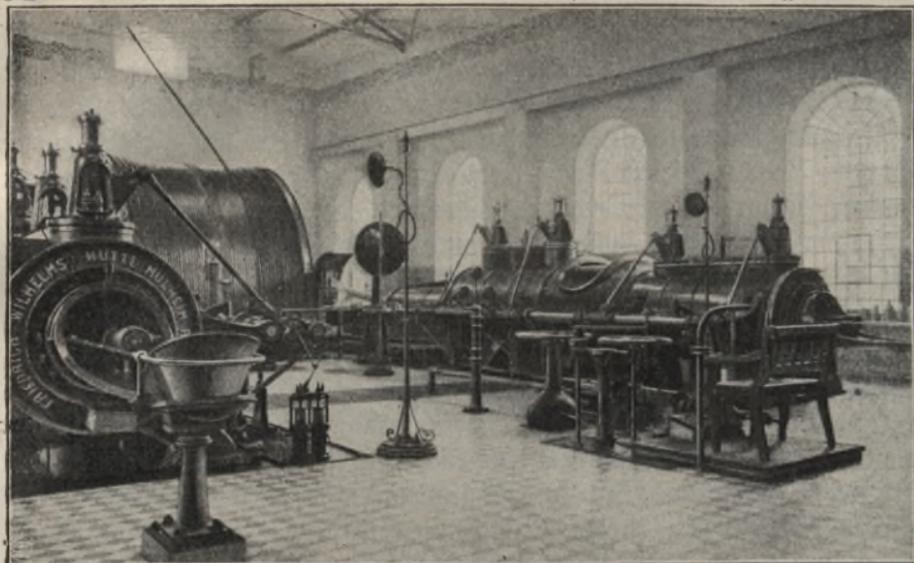


Abb. 92.

ein erträgliches Maß zurückzuführen. Immer tiefer werden in neuerer Zeit die Schächte: 900, ja 1000 m sind heute schon in Westfalen erreicht. In Amerika kommen Schächte von nahe an 2000 m Tiefe vor. Es ist einleuchtend, daß nur durch gewaltige Maschinen eine wirtschaftliche Ausnützung solcher tiefer Gruben möglich ist. Trotzdem müssen derartige Ungeheuer von Maschinen sozusagen lenksam sein wie ein kleines Kind, ihre Betriebsicherheit muß über jeden Zweifel erhaben sein, ihr Dampfverbrauch muß sich in bescheidenen Grenzen halten; fürwahr Betriebsbedingungen, wie sie gleich schwierig wohl bei keiner anderen Maschinengattung vorkommen. Abb. 92 zeigt eine große Zwillings-Reihen-Fördermaschine für die Zeche Friedrich der Große bei Herne, gebaut von der Friedrich-Wilhelms-Hütte in Mülheim-Ruhr. Nach Art neuzeitlicher Ventilmaschinen sind die Einlaßventile oben auf dem Zylinder, die Auslaßventile unter dem Zylinder angeordnet und werden durch unrunde Scheiben unter Zuhilfenahme der in der Abb. 92 sichtbaren Stangen gesteuert, in der Art etwa wie dies Abb. 53 S. 38 für ein Auslaßventil angibt. Die Maschine ist dazu bestimmt Lasten bis zu 3300 kg aus einer Tiefe von 550 m mit einer Höchstgeschwindigkeit von 20 m/sec zu heben.

## Sechstes Kapitel.

## Walzenzugsmaschinen.

**Walzwerke.** Unter Walzenzugsmaschinen versteht man Maschinen zum Antriebe der sogenannten Walzenstraßen, das sind Vorrichtungen, welche dazu dienen aus großen, in glühendem Zustande befindlichen Stahlblöcken Träger, Schienen, Flacheisen u. dgl. herzustellen. (Vgl. Wedding, das Eisenhüttenwesen, [Allg. Bd. 20]) Dabei gibt es zwei große Klassen solcher Walzwerke: Die einen sind so eingerichtet, daß die Walzen ständig in derselben Richtung umlaufen — sie werden meist dann verwendet, wenn es sich darum handelt, Eisenstäbe oder Schienen von geringerem Querschnitt herzustellen, — während die anderen, die sogenannten Umkehrstraßen oder Reversierwalzwerke, dazu dienen, die ganz schweren Blöcke in Schienen und Träger von großem Querschnitte auszuwalzen. Die Einrichtung dieser Umkehrstraßen ist im wesentlichen derart, daß die von der Maschine in Umdrehung versetzten Walzen den schweren Stahlblock langsam erfassen und ihn dann auf seinem Wege durch die Walzen stark zusammenpressen. Ist der Block hindurchgegangen, so wird die Maschine stillgesetzt, umgesteuert, die Walzen drehen sich nach der entgegengesetzten Seite und der von ihnen aufs neue erfaßte Block wird unter weiterem Zusammenpressen durch sie hindurchgezogen usw.

**Betriebsbedingungen.** Dementsprechend unterscheidet man nun auch zwei Hauptklassen von Walzenzugsmaschinen. Diejenigen Maschinen, welche die ständig in derselben Richtung umlaufenden Walzenstraßen antreiben, unterscheiden sich in ihren Betriebsbedingungen nicht sehr wesentlich von anderen Betriebsmaschinen. Ihr Hauptmerkmal ist ein sehr schweres Schwungrad, welches deshalb vorhanden sein muß, weil in dem Augenblicke, wo der Block von den Walzen erfaßt wird, der von der Maschine zu überwindende Widerstand plötzlich stark ansteigt, so daß die in dem Schwungrade aufgespeicherte Energie mithelfen muß, diesen Widerstand zu überwinden.

Ganz wesentlich anders dagegen steht es mit der zweiten Gattung von Maschinen, die man wegen der von ihnen angetriebenen Walzen meist selber als Umkehr- oder Reversiermaschinen zu bezeichnen pflegt. Die Betriebsbedingungen dieser Umkehrmaschinen erinnern in mancher Beziehung an die der Fördermaschinen. Auch hier findet, wie bei Fördermaschinen, die Arbeitsabgabe in fortwährenden kurzen mit Pausen

unterbrochenen Zwischenräumen statt, jedoch ist die Art der Arbeitsabgabe hier eine wesentlich andere und die Betriebsbedingungen sind hier innerhalb eines kurzen Zeitraumes vielleicht noch schwierigere als bei der Fördermaschine. Nähert sich nämlich der Block den Walzen, so muß die Maschine ganz langsam in Gang gesetzt werden, was bei den meist riesigen Abmessungen dieser Maschinen und dem vorläufig ja noch fehlenden Widerstande nicht ganz einfach ist. Sowie aber der Block an die Walzen herangekommen ist, muß die Maschine ganz plötzlich eine sehr große Kraft ausüben können, um den Block zu erfassen und unter starkem Zusammendrücken durch die Walzen hindurchzubringen. In demselben Augenblicke jedoch, wo der Block die Walzen verläßt, muß auch die Leistung der Maschine sofort wieder energisch verringert werden, da die Maschine ja sonst bei dem plötzlichen Aufhören des Widerstandes einfach durchgehen würde. Dieses Spiel wiederholt sich nun so lange, bis der Block fertig ausgewalzt ist, in mehreren durch kurze Pausen unterbrochenen Abschnitten.

**Aufbau von Umkehrmaschinen.** Man erkennt, daß auch hier die Maschine ihrem Führer sozusagen aufs Wort gehorchen muß; und daß das nicht immer ganz einfach ist, ergibt sich aus den zum Teil gewaltigen Abmessungen solcher Maschinen, deren Leistungen an diejenige großer Schiffsmaschinen mitunter nahe heranreichen. So hat z. B. die Firma Ehrhardt & Seher in Saarbrücken für ein italienisches Walzwerk eine solche Umkehrwalzenzugsmaschine geliefert, welche 26 000 PS leisten soll und wohl zu den stärksten bisher überhaupt gebauten Kolbenmaschinen gehört, wenn man von den aus mehreren Einzelmaschinen zusammengesetzten Schiffsmaschinenanlagen absieht.

Daß auch bei diesen Maschinen der Dampfverbrauch verhältnismäßig groß sein muß, ergibt sich aus den bei den Fördermaschinen angestellten Betrachtungen, da ja hier die Verhältnisse ganz ähnlich liegen. Verbundwirkung findet sich aus den früher angegebenen Gründen wohl meist nur in der Form von Zwillinge-Reihen-Verbundmaschinen. Sehr häufig ist bei Umkehrwalzwerken die Anwendung von Drillingsmaschinen (s. Abb. 3 der Taf. a. S. 9), um bei den großen im langsamen Gange auszuübenden Kräften, nämlich beim Erfassen des Blockes — eine möglichst gleichbleibende Drehkraft zu bekommen. Bei sehr großen Leistungen ist man wohl sogar zu Drillings-Reihen-Verbundmaschinen übergegangen.

Abb. 93 zeigt eine große Drillingsmaschine, gebaut von Gebrüder Klein in Dahlbruch. Die drei Kurbeln befinden sich an den Stellen K. Die Erzzenter zum Antriebe der Kulissensteuerung befinden sich hier auf einer

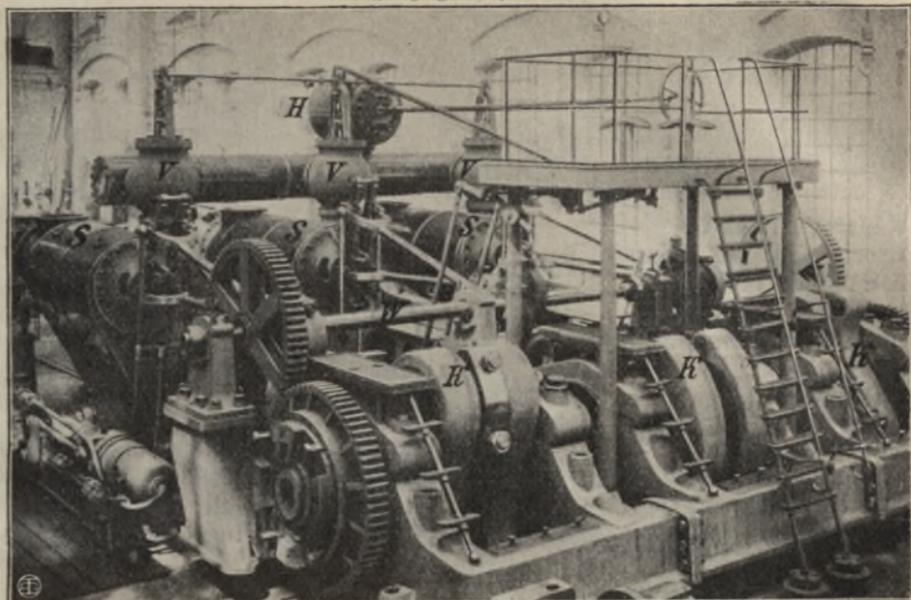


Abb. 98.

Hilfswelle *W*, welche durch die in der Abbildung links sichtbaren großen Zahnräder von der Hauptwelle in Umdrehung gesetzt wird. Die drei in der Abbildung sichtbaren Zylinder *S* sind die Gehäuse für die Kolbensteuerung der drei darunter befindlichen Dampfzylinder, *H* ist das Hauptabsperrventil für die in der Abbildung fortgelassene Dampfzuleitung. Der Zutritt des Dampfes in die einzelnen Zylinder geschieht durch die Ventile *V*, welche von dem auf der Bühne stehenden Maschinisten durch einen Handhebel nach Belieben mehr oder weniger geöffnet werden können. Durch einen zweiten auf der Bühne befindlichen Handhebel wird die Stellung der Kullisse und damit die Drehrichtung und die Leistung der Maschine reguliert.

Die Abbildung zeigt die Maschine während des Aufbaues in der Werkstatt. Die angetriebene Walzenstraße ist links als Fortsetzung der Hauptmaschinenwelle zu denken.

## Sachregister.

- Achsenregulator 58  
Arbeitsweise des Dampfes 2  
A-Ständer 14  
astatischer Regulator 59  
Aufbau der Dampfmaschine 5  
Ausflinksteuerung 39  
Auslaßventil-Steuerung 38
- Balanciermaschinen 12  
Balcke u. Cie 72, 75  
Betriebsmaschinen 76  
Corliß-Steuerung 31
- Dampfdehnungsschieber 32  
Dampfverbrauch bei Fördermaschinen 90, 92  
— Gleichstrommaschinen 48  
Dampfverteilung 18, 19, 28  
Diagramm 2, 18  
Doppelschiebersteuerung 31 ff.  
doppeltwirkende Maschinen 1  
Drehkraftdiagramm 52  
Drehkräfte beim Schwungrad 51  
Dreh-schieber 31  
dreistufige Dampfdehnung 3, 7, 10, 78  
Drillingsmaschine 6  
Drosselklappe 56  
Drosselregulierung 56  
Drosselung des Dampfes 24, 56  
Durchgehen von Maschinen 55
- Einfachwirkende Maschine 1  
Einspritzkondensator 62, 65  
Einzylindermaschine 5  
Elsässische Masch. Bau=Ges. 85  
Expansion 18, 27  
Expansions-schieber 32  
Exzenter 21  
Exzenterantrieb von Ventilen 37  
Exzenterstange 21  
Exzenterizität 21
- Flachschieber 22  
Fördergerüst 89
- Förderkorb 90  
Fördermaschinen 89  
Förder-schale 90  
Friedrich-Wilhelmshütte 94  
Füllung 18, 26, 27  
Füllungsänderung, Regulierung durch — 57
- Gattungen von Dampfmaschinen 9  
geteilte Zylinder 10  
Gleichstrommaschine 46 f.  
Grundgedanke einer Dampfmaschine 1  
Grund-schieber 32
- Hammermaschinen 14  
Hängebank 92  
Heißdampf-lokomobile 80  
Heißdampf-lokomotive 84  
Hochdruckzylinder 4  
Hub, auf — stellen 5
- Indikator 2  
Innere Einströmung 29
- Kaltwasserpumpe 71  
Kanalschieber 30  
Kesselspeisepumpe 82  
Klein, Gebr. 96  
Klein, Schanzlin u. Becker 65  
Kohlenverbrauch bei Lokomobilen 80  
Kolben 1  
Kolbenschieber 22, 28  
Kompression 18, 27  
Kondensat 69  
Kondensation 60 ff.  
Kondensatpumpe 71  
Körting, Gebr. 67  
Kühlwasserbedarf 68, 70  
Kühlwasserpumpe 63  
Kulisse 43  
Kulissensteuerung 42  
Kurbelgetriebe 1, 19  
Kurbeln, versetzte 6  
Kurbelschleife 20

- Lattengerüst 75  
 Leistungsregulator 60  
 liegende Maschinen 14  
 liegend-stehende Maschinen 17  
 Lokomobilen 79 ff.  
 Lokomobilsteuerung 30  
 Lokomotive 6, 82 ff.  
 Luftleere 64  
 Luftpumpe 71  
 Masch. Fabrik Augsburg-Nürnberg 40  
 Meyersteuerung 32  
 Milchkondensator 62, 65, 68  
 Mitteldruckzylinder 4  
 Nuschelschieber 22, 25, 27  
 Maßluftpumpe 64  
 Niederdruckzylinder 4  
 Nockensteuerung 38, 46  
 Oberflächenkondensator 62, 69  
 Nabscheider 71, 73  
 Ölpumpe 72  
 oszillierende Maschinen 17  
 Präzisionssteuerung 22, 38  
 pseudo-astatischer Regulator 60  
 Radovanovic-Steuerung 40  
 Regulator 55 ff.  
 Regulierung 56, 57  
 Reihenmaschinen 8, 10, 16  
 Reversiermaschinen 6, 95  
 Reversierwalzwerke 95  
 Rider-Steuerung 34  
 Rieselböden 75  
 Rückkühlwerk 73  
 Rückwärtsgezenter 42  
 Rundschieber 28  
 Schaubild s. Diagramm  
 Schieber 21, 22  
 — spiegel 22, 28  
 — steuerungen 22 ff.  
 Schiffsmaschinen 85  
 Schnelldampfer 13, 87  
 Schnellzuglokomotiven 85  
 schwingende Zylinder 16  
 Schwungrad 1, 5, 6, 50 ff.  
 Seilscheiben 89  
 Seiltrommeln 91  
 statischer Regulator 59  
 stehende Maschinen 13  
 stehend-liegende Maschinen 17  
 Stephenjon-Steuerung 44  
 Steuerungen 18 ff.  
 Strahlkondensator 67  
 stufenweise Dampfdehnung 3  
 Stumpfs Gleichstrommaschine 46  
 Sulzer, Gebr. 36, 40, 46, 66, 67, 78  
 Tandemaschine s. Reihenmasch.  
 Trichschieber 30  
 Trockenluftpumpe 64, 71  
 Totlage 1, 2  
 Totpunkte 5  
 Überdeckung, Schieber mit — 23, 24  
 Umkehrmaschinen 96  
 Umkehrstrahlen 95  
 Umkehrwalzwerke 96  
 Umlaufgeschwindigkeit 5  
 Umlaupumpe 63, 71  
 Umsteuermaschinen 6  
 Umsteuerungen 41, 45  
 unendlich lange Schubstangen 19, 21  
 Ungleichförmigkeitsgrad 53  
 Unrunde Scheiben 45  
 Vakuum 65  
 Ventilanordnung 36  
 — antrieb 37  
 — e 21, 22  
 — steuerung 35 ff.  
 Verbundmaschine 7  
 Vorausströmung 18, 27  
 Voreilung 24  
 Voreilwinkel 25, 26  
 Voreinströmung 18  
 Vorwärtsgezenter 42  
 Walzenstraße 95  
 Walzenzugmaschine 95  
 Warmwasserpumpe 64  
 Wellenkröpfung 14  
 Wolf, R. 35, 80, 81  
 Zentralkondensation 64, 93  
 Zirkulationspumpe 63  
 zwangsläufige Steuerung 39  
 zweistufige Dampfdehnung 3, 7  
 Zwillingmaschinen 6  
 Zylinder, geteilte — 10

Druck von B. G. Teubner in Leipzig

# Aus Natur und Geisteswelt

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

Von Professor **R. Vater** erschienen ferner:

**Die Dampfmaschine I.** Wirkungsweise des Dampfes im Kessel und Maschine. 3. Aufl. Mit 45 Abb. (Bd. 393.) Bd. I u. II auch zus. geb. Behandelt, ausgehend von den Grundgesetzen der Mechanik und Wärmelehre, Erzeugung und Eigenschaften des Wasserdampfes, seine Wirkungsweise im Kessel und in der Dampfmaschine, wie die verschiedenartige Ausgestaltung, die ihr die praktischen Anforderungen und das Bestreben um Verbesserung des „Wirkungsgrades“ gegeben haben.

**Maschinen-Elemente.** Mit 184 Abb. (Bd. 301.)

Gibt an der Hand zahlreicher Abbildungen eine für jeden verständliche Übersicht über die Fülle der einzelnen ineinandergreifenden Teile, aus denen die Maschinen zusammengesetzt sind, und ihre Wirkungsweise: die Bindungen (Keile, Niete, Schrauben), die drehenden Bewegungen dienenden Teile (Zapfen, Achsen, Welle, Kuppelungen und Lager, Reibungsräder und Zahnräder), die verschiedenen Übertragungsgetriebe (Zylinder, Kolben, Kurbeln), endlich die verschiedenen Arten der Röhren und Ventile.

**Hebezeuge.** Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Mit 67 Abb. (Bd. 196.)

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

**Die neueren Wärmekraftmaschinen I.** Gasmaschinen. 3. Aufl. Mit 33 Abb. (Bd. 21.)

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

**Die neueren Wärmekraftmaschinen II.** Gasmaschinen, Gas- und Dampfturbinen. 2. Aufl. Mit 48 Abb. (Bd. 86.)

Der Verfasser behandelt die einzelnen Maschinengattungen mit Rücksicht auf ihre Vor- und Nachteile, wobei im zweiten Teil, nach Erklärung der grundlegenden Art und Weise, in welcher durch bewegten Wasserdampf überhaupt Arbeit geleistet werden kann, der Versuch unternommen ist, eine möglichst einfache Einführung in die Theorie und den Bau der Dampfturbine zu geben. Beide Bände auch in 1 Band geb.

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

Bezweckt, dem Laien ein anschauliches Bild von den verschiedenen Feuerungs- und Dampfkesselkonstruktionen zu geben. Der Verfasser war bestrebt, überall den beabsichtigten Zweck der verschiedenen Konstruktionsprinzipien und der verschiedenen Spezialkonstruktionen zu erläutern, woraus sich dann das jeweilige Anwendungsgebiet von selbst ableitet. Da die Kohlenökonomie in jedem Betriebe eine wichtige Rolle spielt, so wurde auch der Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Anordnungen ein besonderes Augenmerk geschenkt, so daß das Bändchen wohl geeignet sein dürfte, auch jedem Industriellen wichtige Dienste zu leisten.

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

# Aus Natur und Geisteswelt

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

**Landwirtschaftliche Maschinenkunde.** Von Prof. Dr. Gust. Fischer. Mit 62 Abb. (Bd. 316.)

Bietet einen allgemeinverständlichen Überblick über die verschiedenen Arten der landwirtschaftlichen Maschinen und ihre modernsten Vervollkommnungen, indem es, nach einem Überblick über die Bedeutung des Maschinenbetriebes in der Landwirtschaft, zunächst die landwirtschaftlichen Kraftmaschinen und dann die verschiedenen Arten der Arbeitsmaschinen schildert, die das Pflügen, Eggen, Walzen, Säen, Düngen, Hacken, Jäten, die verschiedenen Vorrichtungen der Ernte, endlich das Dreschen, die Verarbeitung des Strohes, das Reinigen und Sortieren des Getreides und den Transport sowie auch noch mannigfache andere Erfordernisse des landwirtschaftlichen Betriebes mechanisch besorgen, und schließt mit einem Ausblick auf die Zukunftsaufgaben dieses Zweiges der Technik.

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

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

**Die elektrische Kraftübertragung.** Von Ingenieur P. Köhn. [In Vorb.] (Bd. 424.)

**Die Wirtschaftlichkeit der Kraftanlagen.** Von Obergeringieur M. Gercke. [In Vorb.] (Bd. 425.)

**Bilder aus der Ingenieurtechnik.** Von Baurat K. Merckel. Mit 43 Abb. (Bd. 60.)

Zeigt in einer Schilderung der Ingenieurbauten der Babylonier und Assyrer, der Ingenieurtechnik der alten Ägypter unter vergleichsweiser Behandlung der modernen Irrigationsanlagen daselbst, der Schöpfungen der antiken griechischen Ingenieure, des Städtebaues im Altertum und der römischen Wasserleitungsbauten die hohen Leistungen der Völker des Altertums.

**Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit.** Von Baurat K. Merckel. 2. Aufl. Mit 55 Abb. (Bd. 28.)

Führt eine Reihe hervorragender und interessanter Ingenieurbauten nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Bedeutung vor: die Gebirgsbahnen, die Bergbahnen, die Gebirgsstraßen der Schweiz und Tirols, die großen Eisenbahnverbindungen in Asien, endlich die modernen Kanal- und Hafengebäuden.

**Das Eisenhüttenwesen.** Erläutert in acht Vorträgen von Geh. Bergrat Professor Dr. Hermann Wedding. 4., vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 24 Abb. (Bd. 20.)

Schildert in gemeinschaftlicher Weise, wie Eisen, das unentbehrlichste Metall, erzeugt und in seine Gebrauchsformen gebracht wird. Besonders wird der Hochofenprozeß nach seinen chemischen, physikalischen und geologischen Grundlagen geschildert, die Erzeugung der verschiedenen Eisenarten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse erörtert.

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

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

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

# Aus Natur und Geisteswelt

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

**Die technische Entwicklung der Eisenbahnen der Gegenwart.** Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor E. Biedermann. Mit zahlr. Abb. (Bd. 144.)

Nach einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Eisenbahnen werden die wichtigsten Gebiete der modernen Eisenbahntechnik behandelt: der Oberbau, Entwicklung und Umfang der Spurbahnnetze in den verschiedenen Ländern, die Geschichte des Lokomotivenwesens bis zur Ausbildung der Heißdampflokomotiven einerseits und des elektrischen Betriebes andererseits, sowie die Sicherung des Betriebes durch Stellwerks- und Blockanlagen.

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

Will weiteren Kreisen, ohne Voraussetzung von Spezialkenntnissen, einen Einblick in Wesen und Eigenart der in ihrer sozialen Bedeutung immer mehr erkannten Klein- und Straßenbahnen vermitteln, indem es nach einer allgemeinen Würdigung ihrer wirtschaftlichen Bedeutung einen Überblick über Anlage und Bau von Überlandbahnen, elektrische und Stadtbahnen sowie über deren Betriebsmittel: Lokomotiven, Triebwagen, Personen- und Güterwagen sowie sonstige Fahrzeuge, endlich über den Betrieb und Verkehr selber und über verwandte Spezialbahnen und Transporteinrichtungen gibt.

**Das Automobil.** Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ingenieur Karl Blau. Mit 86 Abb. und einem Titelbild. (Bd. 166.)

Gibt in gedrängter Darstellung und leichtfaßlicher Form einen anschaulichen Überblick über das Gesamtgebiet des modernen Automobilismus, so daß sich auch der Nichttechniker mit den Grundprinzipien rasch vertraut machen kann. Behandelt werden das Benzinautomobil, das Elektromobil und das Dampfautomobil nach ihren Kraftquellen und sonstigen technischen Einrichtungen wie Zündung, Kühlung, Bremsen, Stundung, Bereifung usw.

**Die Luftschiffahrt,** ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von Dr. Raimund Nimführ. 2. Auflage. Mit 42 Abb. (Bd. 300.)

Bietet zum ersten Male in knapper Form eine umfassende Darstellung der wissenschaftlichen Grundlagen und technischen Entwicklung der Luftschiffahrt. Nachdem jene aus den Bedingungen und Gesetzen der Fortbewegung der Körper auf dem Lande und im Wasser entwickelt sind, und gezeigt ist, wie die sich ergebenden Probleme der Bewegungstechnik in der Luft im natürlichen Vogelflug gelöst sind, wird das aerostatische und aerodynamische Prinzip des künstlichen Fluges behandelt. Hierauf folgt eine ausführliche, durch zahlreiche Abbildungen unterstützte Beschreibung der verschiedenen Konstruktionen von Luftschiffen, wobei ein Überblick über den technischen Entwicklungs-gang von der Montgolfiere bis zum modernen Aeroplan gegeben wird.

**Das Kriegsschiff.** Von Geh. Marinebaurat Krieger. Mit 60 Abb. (Bd. 389.)

Nach einem Überblick über den gegenwärtigen Bestand unserer Marine und die dafür notwendigen Aufwendungen, unter vergleichender Berücksichtigung fremder Seemächte, behandelt das Bändchen die dem Bau notwendig vorausgehenden theoretischen Erwägungen, den Bau des Schiffes selbst von seiner Inangriffnahme bis zur Fertigstellung, sowie die weiteren Maßnahmen für seine Instandhaltung.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

# Lehrbuch der Physik

Zum Gebrauch beim Unterricht, bei akademischen Vorlesungen und zum Selbststudium

Von Direktor E. Grimsehl.

**Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage.**

Mit 1296 Textfiguren, 2 farbigen Tafeln und einem Anhang, enthaltend Tabellen physikalischer Konstanten und Zahlentabellen.

gr. 8. 1912. Geh. *M.* 15.—, in Leinwand geb. *M.* 16.—

Fesselnde Darstellung, einfache klare Sprache, die das Eindringen selbst in schwierige Gebiete erleichtert, sind neben einem fast überreichen Anschauungsmaterial die Vorzüge dieses neuen groß angelegten Lehrbuches der Physik. In allen Kapiteln wird der physikalische Lehrstoff wissenschaftlich streng behandelt, so daß der Lernende von vornherein an präzises Denken und exaktes Arbeiten gewöhnt wird. Überall bietet das Experiment die Grundlage, von der aus der Verfasser mit großer Ausführlichkeit auf alle Tatsachen seines Gebietes eingeht. Stets findet man scharf herausgearbeitet, wo die Hypothese beginnt und wie sich auf ihr die Theorie aufbaut. Sorgfältig ausgearbeitete Tabellen beschließen das Werk, das nicht nur den Lehrern und Studierenden, sondern auch dem physikalisch interessierten Laien zu empfehlen ist.

„Weit mehr als früher, als noch vor zwanzig Jahren, ist die Physik und die Kenntnis ihrer grundlegenden Lehren ein Allgemeingut der gebildeten Schichten unseres Volkes geworden. Dem hat sich auf die Dauer auch das humanistische Gymnasium nicht mehr entziehen können. Das vorliegende Buch will denen, die eine höhere Schule besucht haben und das Bedürfnis fühlen, ihre erworbenen Kenntnisse lebendig zu erhalten und sie zu erweitern, ein zuverlässiger Führer und Berater sein. Auch die studierende Jugend wird vorteilhaft davon Gebrauch machen können. Beide auch deshalb, weil eine große Anzahl von Abbildungen den Text begleitet und erläutert. Im übrigen wird jeder Erwachsene dies umfangreiche Werk gern in seiner Bibliothek haben, da es an einem solchen Werke bisher fehlte, das ohne allzu große Gelehrsamkeit die in Betracht kommenden Kenntnisse übermittelt.“

(Der Tag.)

## Experimentelle Elektrizitätslehre

Verbunden mit einer Einführung in die Maxwellsche und die Elektronentheorie der Elektrizität und des Lichts.

Von Dr. H. Starke,

a. o. Professor der Physik an der Universität Greifswald.

2., verm. Auflage. Mit 334 Abbild. 1910. In Leinw. geb. *M.* 12.—

„... Jedes Kapitel weist Verbesserungen auf, die den neuesten Erfahrungen gerecht werden. Speziell die Elektrizitätsleitung in Gasen, die Radioaktivität, die Elektronentheorie und ihr Einfluß auf die optischen Erscheinungen und die Metalle sind meisterhaft dargestellt. Überall tritt die Beziehung zwischen Maxwellscher und Elektronentheorie scharf und klar zutage, wie es auch besonders bemerkt werden muß, daß das ganze Buch mit glücklicher Vermeidung fast aller Mathematik sich durch besondere Schärfe und Klarheit der Darstellung sehr vorteilhaft auszeichnet. Geradezu prächtig ist das Schlußkapitel über das Relativitätsprinzip. Alles in allem: es ist dem Verfasser die schwere Aufgabe geglückt, ein Buch über Elektrizitätslehre zu schreiben, das, ganz und gar modern, sowohl dem Studierenden als auch dem Fachmann eine Quelle des Genusses und der Anregung bietet. Text und Ausstattung sind mustergültig.“ (Allg. Literaturblatt.)

**Die Dampfmaschine** (einschließl. der Dampfturbine) und Gas- und Ölmaschinen. Von Dr. John Perry, Professor der Mechanik und Mathematik am Royal College of Science in London. Autorisierte, erweiterte deutsche Bearbeitung von Dr.-Ing. Hermann Meuth, Baunsektor, Mitglied der Kgl. Württ. Zentralstelle für Gewerbe und Handel in Stuttgart. Mit 350 Figuren und 1 Wärmetafel. 1909. In Leinwand geb. *M.* 22.—

Dieses Buch des bekannten englischen Verfassers unterscheidet sich in der Behandlung des Stoffes wesentlich von den vorhandenen deutschen Büchern des gleichen Fachgebietes. Sein Zweck ist rein didaktischer Natur, und zwar verfolgt der Verfasser durch das ganze Buch hindurch das Ziel, den Studierenden zu einer richtigen Anwendung der physikalischen und mechanischen Grundlagen auf die Theorie der Wärmekraftmaschinen anzuleiten. Die Bearbeitung zahlreicher Aufgaben und Versuchsergebnisse sollen den Studierenden zu richtigen zahlenmäßigen Vorstellungen und zum Verständnis der gesetzmäßigen Beziehungen führen.

„Perry besitzt bekanntlich ein ausgezeichnetes Lehrtalent. Sein neues Werk über die Wärmekraftmaschinen wird daher dem deutschen Publikum ebenso willkommen sein, wie die gleichfalls in deutscher Bearbeitung erschienene angewandte Mechanik und die höhere Analysis für Ingenieure. Die Darstellung in dem vorliegenden Werke ist durchweg so klar und durch gute Abbildungen aufs reichste unterstützt, daß das Studium des Buches jedem Interessenten, auch dem Nicht-Techniker, der sich über die Wirkungsweise der verschiedenen Wärmemotoren und der mit ihnen zusammenhängenden Konstruktionen unterrichten will, bestens zu empfehlen ist.“  
(Naturwissenschaftliche Wochenschrift.)

**Die elementare Mechanik.** Ein Lehrbuch. Enthaltend: Eine Begründung der allgemeinen Mechanik; die Mechanik der Systeme starrer Körper; die synthetischen und die Elemente der analytischen Methoden, sowie eine Einführung in die Prinzipien der Mechanik deformierbarer Systeme. Von Georg Hamel, Professor an der Deutschen Technischen Hochschule zu Brinn. Mit 265 Fig. 1912. Geh. *M.* 16.—, in Leinw. geb. *M.* 18.—

Der erste Abschnitt entwickelt ausführlich den kinetischen Kraftbegriff, der zweite enthält die Statik, der dritte baut die allgemeine Mechanik auf die Theorie der Volumelemente auf und geht in der Systemmechanik bis zu den Lagrangeschen Gleichungen. Die beiden letzten Paragraphen zeigen, wie sich die Begründung der Mechanik deformierbarer Körper an die allgemeinen Grundlagen anschließt.

**Angewandte Mechanik.** Von John Perry, F. R. S. Ein Lehrbuch für Studierende, die Versuche anstellen und numerische und graphische Beispiele durcharbeiten wollen. Berechtigte deutsche Übersetzung von Ing. Rudolf Schick in Cöln. Mit 371 Fig. 1908. In Leinw. geb. *M.* 18.—

„Aus diesem Werke spricht ein Lehrer allerersten Ranges, der ausgedehnte Kenntnisse mit vollendeter Lehrkunst vereinigt. Er hat aus dem großen Wissensgebiete der technischen Mechanik viele hundert Beispiele zusammengetragen, an welchen er die Grundgesetze anschaulich erläutert, und damit ein echtes Lehrbuch geschaffen, dessen Übersetzung sich bald zahlreiche Freunde erwerben wird.“

(Literarisches Zentralblatt.)

**Die technische Mechanik.** Elementares Lehrbuch für mittlere maschinentechnische Fachschulen und Hilfsbuch für Studierende höherer technischer Lehranstalten. Von Dipl.-Ing. P. Stephan, Reg.-Baumeister und Oberlehrer an den vereinigten Maschinenbauschulen in Dortmund. 2 Teile. Mit zahlreichen Figuren. gr. 8. Steif geh. je *M.* 5.—, in Leinw. geb. je *M.* 7.—  
I. Teil: Mechanik starrer Körper. 1904. II. Teil: Festigkeitslehre und Mechanik der flüssigen und gasförmigen Körper. 1906.

„... So bestand die Aufgabe des Verfassers darin, aus dem großen, sonst behandelten Stoff das auszuwählen, was für Maschinentechniker wichtig ist und elementar behandelt werden kann, und hauptsächlich die Anwendung der Lehrsätze auf maschinentechnische Beispiele zu zeigen. Diese Aufgabe hat der Verfasser in gelungener Weise gelöst. Die Lehrsätze sind in einfacher, klarer Sprache vorgetragen und stets durch Zahlenbeispiele illustriert. In den Zahlenbeispielen, unter denen zahlreiche dem Gebiet der Maschinenelemente und Hebezeuge entnommen sind, liegt der Hauptwert des Buches. Erfahrungskoeffizienten sind in zahlreicher Menge zu finden.“  
(Dinglers Polytechnisches Journal.)

# B. G. TEUBNERS FÜR HANDEL



# HANDBÜCHER UND GEWERBE

HERAUSGEGEBEN VON

**DR. VAN DER BORGH**

Kaiserl. Präsident a. D. in Berlin

**DR. SCHUMACHER**

Professor a. d. Univ. Bonn

**DR. STEGEMANN**

Reg.-Rat in Braunschweig

Besonders hervorgehoben seien nachstehende Bände:

**Anlage von Fabriken.** Von **H. Haberstroh**, Bauingenieur, **E. Weidlich**, Stadtbaurat, **E. Görts**, Reg.-Baumeister, u. **R. Stegemann**, Reg.-Rat. Mit 274 Abbildungen, Plänen und 6 Tafeln. [XIII u. 528 S.] 1907. Geh. M. 12.—, geb. M. 12.80.

„Die Gesichtspunkte, unter denen der überaus reichhaltige und stellenweise sehr schwierige Stoff vorgetragen ist, entsprechen in jeder Weise den modernen Anforderungen an eine Fabrikanlage, d. h. es sind neben einer gewissen Formenschönheit in erster Linie doch immer die Zweckmäßigkeit, die hygienischen Bedürfnisse und das Nützlichkeitsprinzip berücksichtigt worden.“ (Metallröhren-Industrie.)

**Betrieb von Fabriken.** Von **Dr. F. W. R. Zimmermann**, Geh. Finanzrat, **A. Johanning**, Fabrikdirektor, **H. v. Frankenberg**, Stadtrat, und **Dr. R. Stegemann**, Regierungsrat. [VI u. 436 S.] 1905. Geh. M. 8.—, geb. M. 8.60.

„Das Buch bietet eine Fülle von Anregung und Belehrung und dürfte, insbesondere für die leitenden technischen und kaufmännischen Persönlichkeiten, wegen der umfassenden Übersichten auf allen Gebieten des Fabrikbetriebes sehr zu empfehlen sein.“

(Elektrotechnische Zeitschrift.)

**Einführung in die Elektrotechnik.** Physikalische Grundlagen und technische Ausführungen. Von Professor **R. Rinkel**. Mit 445 Abbildungen. [VI u. 464 S.] gr. 8. 1908. Geh. M. 11.20, geb. M. 12.—

„Ein Buch zu schreiben, in dem Wissenschaftlichkeit mit möglichst gemeinverständlicher Ausdrucksweise verbunden ist, ist nicht leicht. Dem Verfasser ist dies aber so gut gelungen, daß wir seine Arbeit, die auch der Verlag in bezug auf Ausstattung zu würdigen wußte, allseits nur empfehlen können.“ (Ztschr. d. österr. Ingenieur- u. Architekten-Vereins.)

**Die Eisenindustrie.** Von **Hüttening**, **O. Simmersbach**. Mit 92 Abb. [X u. 322 S.] 1906. Geh. M. 7.20, geb. M. 8.—

„Nur wenige Erzeugnisse der technischen Literatur dürften auf verhältnismäßig beschränktem Raume einen so umfangreichen Stoff in der Kürze und dabei doch vollständig erschöpfend behandeln, wie das in dem vorliegenden Buche geschehen ist. Besonders sei das außerordentlich fleißig und geschickt zusammengestellte reiche Zahlenmaterial in den einzelnen Abschnitten hervorgehoben, welches vielfach selbst das Interesse des Laien in Anspruch nehmen dürfte.“ (Gewerbeblatt für das Großherzogtum Hessen.)

Ferner erschienen:

**Das Genossenschaftswesen in Deutschland.** Von **Wygodzinski**. Geh. M. 6.—, geb. M. 6.80.

**Die Bilanzen der privaten Unternehmungen.** Mit bes. Berücksicht. d. Akt.-Ges., G.m.b.H., Genossenschaft u. Gewerkschaft, d. Bank-, Versicherungs- u. Eisenbahn-Unternehm. Von **Passow**. Geh. M. 8.40, geb. M. 9.—

**Die chemische Industrie.** Von **Müller**. Geh. M. 11.20, geb. M. 12.—

**Chemische Technologie.** Von **Heusler**. Geh. M. 8.—, geb. M. 8.60.

**Sozialpolitik.** Von **O. von Zwiedineck-Südenhorst**. Geh. M. 9.20, geb. M. 10.—

**Die Zuckerindustrie.** Geh. M. 7.40, geb. M. 7.80. Einzel: I. Teil: **Die Zuckerfabrikation.** Von **Claaßen** und **Bartz**. Geh. M. 5.50, geb. M. 6.—. II. Teil: **Der Zuckerhandel.** Von **Pilet**. Geh. M. 1.80, geb. M. 2.20.

**Die Zuckerproduktion d. Welt.** Von **Paasche**. Geh. M. 7.40, geb. M. 8.—

**Versicherungswesen.** Von **A. Manes**. 2. Aufl. Geh. M. 11.—, geb. M. 12.—

# 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. 279.)  
Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldirektor Dr. A. Knabe. (Bd. 85.)  
Das deutsche Unterrichtswesen der Gegenwart. Von Oberrealschuldirektor Dr. A. Knabe. (Bd. 299.)  
Allgemeine Pädagogik. Von Prof. Dr. Th. Zieglar. 3. Aufl. (Bd. 33.)  
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. Lews. 2. Aufl. (Bd. 159.)  
Großstadtpädagogik. Von J. Lews. (Bd. 327.)  
Schulkämpfe der Gegenwart. Von J. Lews. 2. Aufl. (Bd. 111.)  
Die höhere Mädchenschule in Deutschland. Von Oberlehrerin M. Martin. (Bd. 65.)  
Vom Hilfschulwesen. 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. Bahl. Mit 21 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 140.)

Das moderne Volkswbildungswesen. Bücher- und Lesehallen, Volkshochschulen und verwandte Bildungseinrichtungen in den wichtigsten Kulturländern in ihrer Entwicklung seit der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts. Von Stadtbibliothekar Dr. G. Friß. Mit 14 Abb. (Bd. 266.)  
Die amerikanische Universität. Von Ph. D. E. Perry. Mit 22 Abb. (Bd. 206.)  
Technische Hochschulen in Nordamerika. Von Prof. S. Müller. Mit zahlr. Abb., Karte u. Lageplan. (Bd. 190.)  
Volksschule und Lehrerbildung der Vereinigten Staaten. Von Dr. Dr. F. Rupperts. Mit 48 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 150.)  
Deutsches Ringen nach Kraft und Schönheit. Aus den literarischen Zeugnissen eines Jahrhunderts gesammelt. Von Turninspektor K. Möller. 2 Bde. Band II: In Vorb. (Bd. 188/189.)  
Schulhygiene. Von Prof. Dr. L. 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 Briefassimile. (Bd. 250.)  
Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor O. Flügel. Mit 1 Bildnisse Herbarts. (Bd. 164.)  
Friedrich Fröbel. Sein Leben und sein Wirken. Von A. von Portugall. Mit 5 Tafeln. (Bd. 82.)

## Religionswissenschaft.

Einführung in die Theologie: Von Pastor M. Cornliss. (Bd. 347.)  
Leben und Lehre des Buddha. Von weil. Prof. Dr. M. Bischof. 2. Aufl. von Prof. Dr. S. Lübers. Mit 1 Tafel. (Bd. 109.)  
Germanische Mythologie. Von Prof. Dr. F. v. Regelsin. 2. Aufl. (Bd. 95.)  
Mystik im Heidentum und Christentum. Von Dr. E. Lehmann. (Bd. 217.)

Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. S. Freiherr von Soden. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan u. 6 Ansichten. (Bd. 6.)  
Palästina und seine Kultur in fünf Jahrtausenden. Von Gymnasialoberlehrer Dr. B. Thomsen. Mit 36 Abb. (Bd. 260.)  
Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte. Von Prof. Dr. Fr. Giesebrecht. 2. Aufl. (Bd. 52.)

## Aus Natur und Geisteswelt.

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

- Die Gleichnisse Jesu, zugleich Anleitung zu einem ausellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Lic. Prof. Dr. J. Weinel. 3. Aufl. (Bd. 46.)  
Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Pfarrer D. B. Wehlhorn. 2. Aufl. (Bd. 137.)  
Jesus und seine Zeitgenossen. Geschichtliches und Erbauliches. Von Pastor E. Bonhoff. (Bd. 89.)  
Der Text des Neuen Testaments nach seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Div.-Pfarrer A. Bott. Mit 8 Tafeln. (Bd. 134.)  
Der Apostel Paulus und sein Werk. Von Prof. Dr. E. Fischer. (Bd. 309.)  
Christentum und Weltgeschichte. Von Prof. Dr. R. Sell. 2 Bde. (Bd. 297, 298.)  
Aus der Verzezeit 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. Sober. Mit 1 Bildnis. (Bd. 247.)  
Die Jesuiten. Eine historische Skizze. Von Prof. Dr. G. Boehmer. 3. Aufl. (Bd. 49.)  
Die religiösen Strömungen der Gegenwart. Von Superintendent D. A. D. Braaich. 2. Auflage. (Bd. 66.)  
Die Stellung der Religion im Geistesleben. Von Lic. Dr. B. Kalweit. (Bd. 225.)  
Religion und Naturwissenschaft in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick. Von Dr. A. Bannicke. 2. Aufl. (Bd. 141.)  
Die evangelische Mission. Von Pastor Daudert. (Bd. 406.)

## Philosophie und Psychologie.

- Einführung in die Philosophie. Von Prof. Dr. G. Roster. 3. Aufl. (Bd. 155.)  
Die Philosophie. Einführung in die Wissenschaft, ihr Wesen und ihre Probleme. Von Realschuldirektor S. Richter. 2. Aufl. (Bd. 186.)  
Aesthetik. Von Dr. H. Hamann. (Bd. 345.)  
Führende Denker. Geistliche Einleitung in die Philosophie. Von Prof. Dr. J. Cohn. 2. Aufl. Mit 6 Bildn. (Bd. 176.)  
Entstehung der Welt und der Erde. Von Prof. Dr. B. Winstein. 2. Aufl. (Bd. 223.)  
Griechische Weltanschauung. Von Privatdoz. Dr. M. Wundt. (Bd. 329.)  
Die Weltanschauungen der großen Philosophen der Neuzeit. Von weil. Prof. Dr. L. Buisse. 5. Aufl., herausgegeben von Prof. Dr. R. Falkenberg. (Bd. 56.)  
Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland. Eine Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Prof. Dr. O. Külpe. 5. Aufl. (Bd. 41.)  
Rousseau. Von Prof. Dr. B. Densel. 2. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 180.)  
Immanuel Kant. Darstellung und Würdigung. Von Prof. Dr. O. Külpe. 3. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 146.)  
Schopenhauer. Seine Persönlichkeit, seine Lehre, seine Bedeutung. Von Realschuldirektor S. Richter. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 81.)  
Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor O. Flügel. Mit 1 Bildn. (Bd. 164.)  
Herbert Spencer. Von Dr. R. Schwarze. Mit 1 Bildn. (Bd. 245.)  
Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold. 3. Aufl. (Bd. 12.)  
Prinzipien der Ethik. Von E. Wentzher. (Bd. 397.)  
Sittliche Lebensanschauungen der Gegenwart. Von weil. Prof. Dr. O. Kirn. 2. Aufl. (Bd. 177.)  
Das Problem der Willensfreiheit. Von Prof. Dr. G. J. Vips. (Bd. 383.)  
Die Mechanik des Geisteslebens. Von Prof. Dr. M. Berworn. 2. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 200.)  
Die Seele des Menschen. Von Prof. Dr. F. Rehmke. 3. Aufl. (Bd. 36.)  
Psychologie des Kindes. Von Prof. Dr. R. Gaupp. 3. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 213.)  
Hypnotismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömmner. (Bd. 199.)

## Literatur und Sprache.

- Die Sprachstämme des Erdkreises. Von weil. Prof. Dr. F. R. Find. (Bd. 267.)  
Die Haupttypen des menschlichen Sprachbaues. Von weil. Prof. Dr. F. R. Find. (Bd. 268.)  
Rhetorik. Richtlinien für die Kunst des Sprechens. Von Dr. E. Geißler. (Bd. 310.)  
Wie wir sprechen. Von Dr. E. Richter. (Bd. 354.)  
Die deutschen Personennamen. Von Direktor A. Bähnisch. (Bd. 296.)  
Germanische Mythologie. Von Prof. Dr. J. v. Regelen. (Bd. 95.)  
Minneang. Von Dr. J. B. Bruinier. (Bd. 404.)  
Das deutsche Volkslied. Aber Wesen und Werden des deutschen Volksliedes. Von Dr. J. B. Bruinier. 4. Aufl. (Bd. 7.)

- Die deutsche Volks Sage. Von Dr. O. Bödel. (Bd. 262.)  
 Das Theater, Schauspielhaus und Schauspielkunst vom griech. Altertum bis auf die Gegenwart. Von Dr. Chr. Gaehde. 2 Aufl. Mit 20 Abb. (Bd. 230.)  
 Das Drama. Von Dr. B. Hufe. Mit 2 Abbildungen. 2 Bde. (Bd. 287/288.)  
 Bd. I: Von der Antike zum französischen Klassizismus. (Bd. 287.)  
 Bd. II: Von Versailles bis Weimar. (Bd. 288.)  
 Geschichte der deutschen Lyrik seit Claudius. Von Dr. S. Spiero. (Bd. 254.)  
 Geschichte der deutschen Frauen dichtung seit 1800. Von Dr. S. Spiero. (Bd. 300.)  
 Leistung. Von Dr. Ch. Schrempf. (Bd. 403.) (In Vorber.)  
 Schiller. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. Mit 2 Bildnis Schillers. 2. Aufl. (Bd. 74.)  
 Das deutsche Drama des neunzehnten Jahrhunderts. In seiner Entwicklung dargestellt von Prof. Dr. G. Witkowski. 4. Aufl. Mit 1 Bildn. Hebbels (Bd. 51.)  
 Deutsche Romantik. Von Prof. Dr. O. F. Walzel. 2. Aufl. (Bd. 232.)  
 Friedrich Hebbel. Von Dr. A. Schapire-Neurath. Mit 1 Bildn. Hebbels. (Bd. 238.)  
 Gerhart Hauptmann. Von Prof. Dr. E. Sulger-Gebing. Mit 1 Bildn. Gerhart Hauptmanns. (Bd. 283.)  
 Thatspre und seine Zeit. Von Prof. Dr. E. Sieber. Mit 3 Taf. u. 3 Textb. 2. Aufl. (Bd. 185.)  
 Byzantinische Charakterköpfe. Von Dr. R. Dietrich. Mit 2 Bildn. (Bd. 244.)  
 Der französische Roman und die Novelle. Von D. Klatz. (Bd. 377.)  
 Henrik Ibsen, Björnsterne Björnson und ihre Zeitgenossen. Von weil. Prof. Dr. B. Kahle. Mit 7 Bildn. (Bd. 193.)

### Kunst und Musik.

- Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Dir. Prof. Dr. Th. Kolbehr. Mit 44 Abb. (Bd. 68.)  
 Die Ästhetik. Von Dr. R. Hamann. (Bd. 345.)  
 Die Entwicklungsgeschichte der Skulptur 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 Väterzeit der griechischen Kunst im Spiegel der Relieffarkophagen. Eine Einführung in die griechische Plastik. Von Dr. S. Wachtler. Mit 8 Taf. u. 32 Abb. (Bd. 272.)  
 Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Prof. Dr. A. Matthei. 3. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 81.)  
 Deutsche Baukunst seit dem Mittelalter bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts. Von Prof. Dr. A. Matthei. Mit 62 Abb. u. 3 Taf. (Bd. 326.)  
 Die Renaissancearchitektur in Italien. Von Dr. B. Frankl. Mit 12 Tafeln und 27 Textabbildungen. (Bd. 381.)  
 Die deutsche Illustration. Von Prof. Dr. R. Kautsch. Mit 35 Abb. (Bd. 44.)  
 Deutsche Kunst im täglichen Leben bis zum Schlusse des 18. Jahrhunderts. Von Prof. Dr. B. Haendke. Mit 63 Abb. (Bd. 198.)  
 Michelangelo. Eine Einführung in das Verständnis seiner Werke. Von E. Hildebrandt. Mit 44 Abb. (Bd. 392.)  
 Albrecht Dürer. Von Dr. R. Wustmann. Mit 33 Abb. (Bd. 97.)  
 Rembrandt. Von Prof. Dr. B. Schüring. Mit 50 Abb. (Bd. 158.)  
 Niederländische Malerei im 17. Jahrhundert. Von Dr. S. Janzen. Mit zahlr. Abbild. (Bd. 373.)  
 Der Impressionismus. Von Prof. Dr. B. Szász. Mit 32 Abb. u. einer farbigen Tafel. (Bd. 395.)  
 Asiatische Kunst und ihr Einfluß auf Europa. Von Direktor Prof. Dr. R. Graul. Mit 49 Abb. (Bd. 87.)  
 Kunstpflege in Haus 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 allgemeinen Musiklehre. Von Prof. Dr. S. Rietzsch. (Bd. 178.)  
 Einführung in das Wesen der Musik. Von Prof. E. R. Hennig. (Bd. 119.)  
 Musikalische Harmonik. Von S. G. Kallenberg. (Bd. 386.)  
 Klavier, Orgel, Harmonium. Das Wesen der Tasteninstrumente. Von Prof. Dr. D. Vie. (Bd. 325.)  
 Geschichte der Musik. Von Dr. Fr. Spiero. (Bd. 143.)  
 Handn. Mozart, Beethoven. Von Prof. Dr. E. Krebs. Mit 4 Bildn. (Bd. 92.)  
 Die Väterzeit der musikalischen Romantik in Deutschland. Von Dr. E. F. F. F. Mit 1 Silhouette. (Bd. 239.)

## Aus Natur und Geisteswelt.

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

- Das Kunstwerk Richard Wagners. Von Dr. E. Fstel. Mit 1 Bildnis R. Wagners. (Wb. 330.)  
Das moderne Orchester in seiner Entwicklung. Von Prof. Dr. Fr. Volbach. Mit Partiturbelag und 3 Tafeln. (Wb. 303.)  
Die Instrumente des Orchesters. Von Prof. Dr. Fr. Volbach. (Wb. 384.)

## Geschichte und Kulturgeschichte.

- Das Altertum im Leben der Gegenwart. Von Prof. Dr. P. Cauer. (Wb. 356.)  
Kulturbilder aus griechischen Städten. Von Oberlehrer Dr. E. Siebarth. 2. Aufl. Mit 23 Abb. u. 2 Tafeln. (Wb. 131.)  
Antike Wirtschaftsgeschichte. Von Dr. D. Reurath. (Wb. 258.)  
Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 2. Aufl. Mit 62 Abb. (Wb. 114.)  
Soziale Kämpfe im alten Rom. Von Privatdoz. Dr. E. Bloch. 2. Aufl. (Wb. 22.)  
Roms Kampf um die Welt Herrschaft. Von Prof. Dr. J. Kromayer. (Wb. 368.)  
Byzantinische Charakterköpfe. Von Privatdoz. Dr. R. Dieterich. Mit 2 Bildn. (Wb. 244.)  
Germanische Kultur in der Urzeit. Von Prof. Dr. G. Steinhausen. 2. Aufl. Mit 13 Abb. (Wb. 75.)  
Mittelalterliche Kulturideale. Von Prof. Dr. B. Fedel. 2 Bde.  
Bd. I: Goldenleben. (Wb. 292.)  
Bd. II: Ritterromantik. (Wb. 293.)  
Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Dir. Dr. E. Otto. 2. Aufl. Mit 27. Abb. (Wb. 45.)  
Deutsches Verfassungsrecht in geschichtlicher Entwicklung. Von Prof. Dr. E. Hubrich. 2. Aufl. (Wb. 80.)  
Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Prof. Dr. B. Heil. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 1 Doppeltafel. (Wb. 43.)  
Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. Von Reg.-Baum. a. D. A. Erbe. Mit 59 Abb. (Wb. 117.)  
Das deutsche Dorf. Von R. Mielke. Mit 51 Abb. (Wb. 192.)  
Das deutsche Haus und sein Hausrat. Von Prof. Dr. R. Meringer. Mit 106 Abb. (Wb. 116.)  
Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Reg.-Baum. Chr. Rand. Mit 70 Abb. (Wb. 121.)  
Geschichte des deutschen Bauernstandes. Von Prof. Dr. H. Gerdes. Mit 21 Abb. (Wb. 320.)  
Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Dir. Dr. E. Otto. 4. Aufl. Mit 27 Abb. (Wb. 14.)  
Deutsche Volksfeste und Volksitten. Von S. S. Rehm. Mit 11 Abb. (Wb. 214.)  
Deutsche Volkstrachten. Von Pfarrer E. Spieß. (Wb. 342.)  
Familienforschung. Von Dr. E. Deubert. (Wb. 350.)  
Die Münze als hist. Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Prof. Dr. A. Busch u. v. Ebengreuth. Mit 53 Abb. (Wb. 91.)  
Das Buchgewerbe und die Kultur. Sechs Vorträge, gehalten im Auftrage des Deutschen Buchgewerbevereins. Mit 1 Abb. (Wb. 182.)  
Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. O. Weise. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Wb. 4.)  
Das Zeitungswesen. Von Dr. H. Diez. (Wb. 328.)  
Der Kalender. Von Prof. Dr. W. F. Wälicenus. (Wb. 69.)  
Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Prof. Dr. S. Günther. 3. Aufl. Mit 1 Weltk. (Wb. 26.)  
Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Prof. Dr. O. Weber. 2. Aufl. (Wb. 123. 124.)  
Die Jesuiten. Eine historische Skizze. Von Prof. Dr. H. Boehmer. 3. Aufl. (Wb. 29.)  
Friedrich der Große. Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. Mit 2 Bildn. (Wb. 246.)  
Geschichte der Französischen Revolution. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. (Wb. 346.)  
Napoleon I. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. 2. Aufl. Mit 1 Bildn. (Wb. 195.)  
Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrh. Von Prof. Dr. R. Th. v. Heigel. 2. Aufl. (Wb. 129.)  
Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 3. Aufl. (Wb. 37.)  
Die Reaktion und die neue Ara. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der Gegenwart. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 2. Aufl. (Wb. 101.)  
Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 2. Aufl. (Wb. 102.)  
1848. Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. O. Weber. 2. Aufl. (Wb. 53.)

## Aus Natur und Geisteswelt.

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

- Österreichs innere Geschichte von 1848 bis 1907.** Von Richard Charnay. 2 Bde. 2. Aufl. Band I Die Vorherrschaft der Deutschen. (Bd. 242.) Band II: Der Kampf der Nationen. (Bd. 243.)  
**Geschichte der auswärtigen Politik Österreichs im 19. Jahrhundert** Von R. Charnay (Bd. 374.)  
**Englands Weltmacht in ihrer Entwicklung vom 17. Jahrhundert bis auf unsere Tage.** Von Prof. Dr. W. Langenbeck. 2. Aufl. Mit 19 Bildn. (Bd. 174.)  
**Geschichte der Vereinigten Staaten von Amerika.** Von Prof. Dr. E. Daenell. (Bd. 147.)  
**Die Amerikaner.** Von R. M. Butler. Deutsche Ausg. bes. von Prof. Dr. W. Passkowsky. (Bd. 319.)  
**Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert.** Von Major D. v. Sothen. Mit 9 Überlichtst. (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 Raikahn, Vize-Admiral a. D. (Bd. 99.)  
**Geschichte des Welthandels.** Von Prof. Dr. M. G. Schmidt. 2. Aufl. (Bd. 118.)  
**Geschichte des deutschen Handels.** Von Prof. Dr. W. Langenbeck. (Bd. 237.)  
**Geschichte des deutschen Schulwesens.** Von Oberrealschuldirektor Dr. R. Knabe. (Bd. 85.)  
**Der Leipziger Student von 1409 bis 1909.** Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)  
**Die moderne Friedensbewegung.** Von A. S. Fried. (Bd. 157.)

## Rechts- und Staatswissenschaft. Volkswirtschaft.

- Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches.** Von Prof. Dr. E. Loening. 4. Aufl. (Bd. 34.)  
**Deutsches Verfassungsrecht in geschichtlicher Entwicklung.** Von Prof. Dr. Ed. Hubrich. 2. Aufl. (Bd. 80.)  
**Moderne Rechtsprobleme.** Von Prof. Dr. F. Kohler. 3. Aufl. (Bd. 128.)  
**Die Psychologie des Verbrechers.** Von Dr. B. Pollig. Mit 5 Diagrammen. (Bd. 248.)  
**Strafe und Verbrechen.** Von Dr. B. Pollig. (Bd. 323.)  
**Verbrechen und Aberglaube.** Skizzen aus der volkstümlichen Kriminalistik. Von Dr. A. Hellwig. (Bd. 212.)  
**Das deutsche Zivilprozessrecht.** Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 315.)  
**Ehe und Eherecht.** Von Prof. Dr. L. Bährmünd. (Bd. 115.)  
**Der gewerbliche Rechtsschutz in Deutschland.** Von Patentanw. B. Toksdorf. (Bd. 138.)  
**Die Reichsversicherung.** Die Kranken-, Invaliden-, Hinterbliebenen-, Unfall- und Angestelltenversicherung nach der Reichsversicherungsordnung und dem Versicherungsgezet für Angestellte. Von Landesversicherungsassessor S. Seemann. (Bd. 380.)  
**Die Miete nach dem B. G.-B.** Ein Handbüchlein für Juristen, Mieter und Vermieter. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 194.)  
**Das Wahlrecht.** Von Reg.-Rat Dr. O. Boensgen. (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. E. B. Altmann. (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. Langenbeck. (Bd. 237.)  
**Deutschlands Stellung in der Weltwirtschaft.** Von Prof. Dr. P. Arnbt. 2. Aufl. (Bd. 179.)  
**Deutsches Wirtschaftsleben.** Auf geographischer Grundlage geschildert. Von weiff. 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. 3. Aufl. (Bd. 57.)  
**Das Hotelwesen.** Von Paul Damm-Étienne. Mit 30 Abb. (Bd. 331.)  
**Das deutsche Handwerk.** Von Dir. Dr. E. Otto. 4. Aufl. Mit 27 Abb. (Bd. 14.)  
**Die deutsche Landwirtschaft.** Von Dr. W. Claassen. Mit 15 Abb. u. 1 Karte. (Bd. 215.)  
**Geschichte des deutschen Bauernstandes.** Von Prof. Dr. S. Gerbes. Mit 21 Abb. (Bd. 320.)

## Aus Natur und Geisteswelt.

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

- |   |  |
|---|--|
| <p>Innere Kolonisation. Von A. Brenning. (Bd. 261.)<br/>                 Das Deutschtum im Ausland. Von Prof. Dr. R. Döntiger. (Bd. 402.)<br/>                 Antike Wirtschaftsgeschichte. Von Dr. O. Neurath. (Bd. 258.)<br/>                 Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben. Von Prof. J. S. Vaughlin. Mit 9 Graph. Darst. (Bd. 127.)<br/>                 Die Japaner in der Weltwirtschaft. Von Prof. Dr. R. Rathgen. 2 Aufl. (Bd. 72.)<br/>                 Die Gartenstadtbewegung. Von Generalsekr. S. Kampffmeier. Mit 43 Abb. 2. Aufl. (Bd. 259.)<br/>                 Das internationale Leben der Gegenwart. Von A. S. Fried. Mit 1 Tafel. (Bd. 226.)<br/>                 Bevölkerungslehre. Von Prof. Dr. M. Haushofer. (Bd. 50.)<br/>                 Arbeiterkassenzug und Arbeiterversicherung. Von Prof. Dr. O. v. Zwieneder-Sudenhorst. 2. Aufl. (Bd. 78.)<br/>                 Das Recht der kaufmännischen Angestellten. Von Rechtsanwalt Dr. W. Strauß. (Bd. 361.)<br/>                 Die Konsumgenossenschaft. Von Prof. Dr. F. Staedinger. (Bd. 222.)<br/>                 Das Geld und sein Gebrauch. Von G. Raier. (Bd. 398.)</p> | <p>Die Münze als histor. Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Prof. Dr. A. Luschin v. Ebengreuth. Mit 53 Abb. (Bd. 91.)<br/>                 Die moderne Frauenbewegung. Ein geschichtlicher Überblick. Von Dr. R. Schirmacher. 2. Aufl. (Bd. 67.)<br/>                 Die Frauenarbeit. Ein Problem des Kapitalismus. Von Prof. Dr. R. Wilbrandt. (Bd. 106.)<br/>                 Grundzüge des Versicherungswesens. Von Prof. Dr. A. Raner. 2. Aufl. (Bd. 105.)<br/>                 Verkehrs-Entwicklung 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. Vogt. 3. Aufl. (Bd. 15.)<br/>                 Das Postwesen, seine Entwicklung und Bedeutung. Von Postz. J. Bruns. (Bd. 165.)<br/>                 Die Telegraphie in ihrer Entwicklung und Bedeutung. Von Postz. J. Bruns. Mit 4 Fig. (Bd. 183.)<br/>                 Deutsche Schifffahrt und Schifffahrtspolitik der Gegenwart. Von Prof. Dr. R. L. Hieß. (Bd. 169.)</p> |
|---|--|

### Erdfunde.

- |   |   |
|---|---|
| <p>Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von weil. Prof. Dr. A. Kirchhoff. 3. Aufl. (Bd. 31.)<br/>                 Die Polarforschung. Geschichte der Entdeckungstouren zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Prof. Dr. R. Hassert. 2. Aufl. Mit 6 Karten. (Bd. 38.)<br/>                 Die Städte. Geographisch betrachtet. Von Prof. Dr. R. Hassert. Mit 21 Abb. (Bd. 163.)<br/>                 Wirtschaftl. Erdfunde. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 2. Aufl. Bearbeitet von Prof. Dr. R. Dove. (Bd. 122.)<br/>                 Politische Geographie. Von Dr. E. Schöner. (Bd. 353.)<br/>                 Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Prof. Dr. D. Weise. 4. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 16.)<br/>                 Ostseegebiet. Von Privatdozent Dr. G. Braun. (Bd. 367.)</p> | <p>Die Alpen. Von S. Reishauer. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 276.)<br/>                 Die deutschen Kolonien. (Band und Leute.) Von Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 98.)<br/>                 Unsere Schutzgebiete nach ihren wirtschaftlichen Verhältnissen. Im Lichte der Erdfunde dargestellt. Von Dr. Chr. G. Barth. (Bd. 290.)<br/>                 Australien und Neuseeland. Land, Leute und Wirtschaft. Von Prof. Dr. R. Schachner. (Bd. 366.)<br/>                 Der Orient. Eine Ländertunde. Von E. Hanse. 3 Bde. Mit zahlr. Abb. u. Karten. (Bd. 277, 278, 279.)<br/>                 Band I: Die Atlasländer, Marokko, Algerien, Tunesien. Mit 15 Abb., 10 Kartenfzzen, 3 Diagr. u. 1 Tafel. (Bd. 277.)<br/>                 Band II: Der arabische Orient. Mit 29 Abb. u. 7 Diagr. (Bd. 278.)<br/>                 Band III: Der arische Orient. Mit 34 Abb., 3 Kartenfzzen u. 2 Diagr. (Bd. 279.)</p> |
|---|---|

### Anthropologie. Heilwissenschaft und Gesundheitslehre.

- |  |   |
|--|---|
| <p>Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. Von Prof. Dr. G. Steinmann. Mit 24 Abb. (Bd. 302.)<br/>                 Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von weil. Prof. Dr. A. Kirchhoff. 3. Aufl. (Bd. 31.)<br/>                 Der Mensch der Jetztzeit. Vier Vorlesungen aus der Entwicklungsgeschichte des Men-</p> | <p>schengeschlechts. Von Dr. A. Heilborn. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 62.)<br/>                 Die moderne Heilwissenschaft. Weisen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. E. Vierneck. Deutsch von Dr. S. Ebel. (Bd. 25.)<br/>                 Hypnotismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömmner. (Bd. 199.)</p> |
|--|---|

## Aus Natur und Geisteswelt.

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

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. v. Hansemann. (Bd. 83.)  
Arzneimittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. C. Schmiedeberg. (Bd. 363.)  
Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers. Von Prof. Dr. H. Sachs 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 32.)  
Die Anatomie des Menschen. Von Prof. Dr. R. v. Hardeleben. 5 Bde. Mit zahlr. Abb. (Bd. 201 202 203, 204, 263.)  
I. Teil: Allg. Anatomie und Entwick'ungsgeschichte. 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.)  
Die Chirurgie unserer Zeit. Von Prof. Dr. Fester. Mit 52 Abb. (Bd. 33\*)  
Acht Vorträge aus der Gesundheitslehre. Von weil. Prof. Dr. H. 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. E. Burgerstein. 3. Aufl. Mit 43 Fig. (Bd. 96.)  
Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele in gesundem

und krankem Zustande. Von Prof. Dr. R. Bander. 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. Abelsdorff. Mit 15 Abb. (Bd. 149.)  
Die menschliche Stimme und ihre Hygiene. Von Prof. Dr. P. S. Gerber. 2. Aufl. Mit 20 Abb. (Bd. 136.)  
Die Geschlechtskrankheiten, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung. Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schamburg. 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. Schamburg. 2. Aufl. Mit 1 Tafel und 8 Figuren. (Bd. 47.)  
Die krankheitsregenden Bakterien. Von Privatdoz. Dr. M. Voehlein. Mit 33 Abb. (Bd. 307.)  
Geisteskrankheiten. Von Anstaltsarzt Dr. G. Zilberg. (Bd. 151.)  
Krankpflege. Von Chirurgen Dr. B. Leitz. (Bd. 152.)  
Gesundheitslehre für Frauen. Von weil. 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 Alkoholismus. Von Dr. G. B. Gruber. Mit 7 Abb. (Bd. 103.)  
Ernährung und Volksernährungsmittel. Von weil. Prof. Dr. J. Frenzel. 2. Aufl. Neu bearb. von Geh. Rat Prof. Dr. R. Junk. Mit 7 Abb. u. 2 Tafeln. (Bd. 19.)  
Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Prof. Dr. R. Bander. 3. Aufl. Mit 19 Abb. (Bd. 13.)

## Naturwissenschaften. Mathematik.

Naturwissenschaften u. Mathematik im klassischen Altertum. Von Prof. Dr. Joh. S. 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. Me. 3 Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 58.)  
Die großen Physiker und ihre Leistungen. Von Prof. Dr. F. A. Schulze. Mit 7 Abb. (Bd. 324.)  
Werdgang der modernen Physik. Von Dr. G. Keller. (Bd. 343.)

Einführung in die Experimentalphysik. Von Prof. Dr. R. Börnstein. Mit 90 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.)  
Das Auge und die Brille. Von Dr. M. von Rohr. Mit 84 Abb. u. 1 Lichtdrucktafel. (Bd. 372.)  
Spektroskopie. Von Dr. S. Grebe. Mit 62 Abb. (Bd. 284.)

## Aus Natur und Geisteswelt.

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

- Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung. Von Dr. W. Scheffer. Mit 66 Abb. (Bd. 35.)
- Das Stereoskop und seine Anwendungen. Von Prof. Lh. Hartwig. Mit 40 Abb. u. 19 Taf. (Bd. 135.)
- Die Lehre von der Wärme. Von Prof. Dr. M. 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. Anselmino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)
- Natürliche und künstliche Pflanzen- und Tierstoffe. Von Dr. B. Savint. Mit 7 Fig. (Bd. 187.)
- Die Erscheinungen des Lebens. Von Prof. Dr. S. Viehe. Mit 40 Fig. (Bd. 130.)
- Abstammungslehre und Darwinismus. Von Prof. Dr. H. Sesse. 4. Aufl. Mit 37 Fig. (Bd. 39.)
- Experimentelle Abstammungs- und Vererbungslehre. Von Dr. S. Lehmann. (Bd. 379.)
- 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. S. 6. (Bd. 352.)
- Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. E. Leichmann. 2. Aufl. Mit 7 Abb. und 4 Doppeltaf. (Bd. 70.)
- Das Werden und Vergehen der Pflanzen. Von Prof. Dr. B. Gisevius. Mit 24 Abb. (Bd. 173.)
- Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen. Von Prof. Dr. E. Küster. Mit 38 Abb. (Bd. 112.)
- Unsere wichtigsten Kulturpflanzen (die Getreidegräser). Von Prof. Dr. K. 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. Ettinger. Mit 54 Abb. (Bd. 334.)
- Weinbau und Weinbereitung. Von Dr. F. Schmittanner. (Bd. 332.)
- Der Obstbau. Von Dr. E. Boges. Mit 13 Abb. (Bd. 107.)
- Unsere Blumen und Pflanzen im Zimmer. Von Prof. Dr. U. Dammer. (Bd. 359.)
- Unsere Blumen und Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. U. Dammer. (Bd. 360.)
- Geschichte der Gartenkunst. Von Reg.-Baum. Ehr. Rand. Mit 41 Abb. (Bd. 274.)
- Kolonialbotanik. Von Prof. Dr. F. Töbner. 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. Reih. (Bd. 326.)
- Die Pflanzenwelt des Mikroskops. Von Bürgerichullehrer E. Reukauf. Mit 100 Abb. (Bd. 181.)
- Die Tierwelt des Mikroskops (die Arctiere). Von Prof. Dr. K. Goldschmidt. Mit 39 Abb. (Bd. 160.)
- Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Von Prof. Dr. K. Kraepelin. (Bd. 79.)
- Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Prof. Dr. K. Eckstein. 2. Aufl. Mit 51 Fig. (Bd. 18.)
- Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie. Von Prof. Dr. K. Henning. Mit 34 Abb. (Bd. 142.)
- Vergleichende 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. K. Goldschmidt. Mit 77 Abb. (Bd. 253.)
- Tierzüchtung. Von Dr. G. Wilsdorf. (Bd. 369.)
- Deutsches Vogelleben. Von Prof. Dr. A. Voigt. (Bd. 221.)
- Vogelzug und Vogelschutz. Von Dr. W. R. Eckardt. 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. D. 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. K. Lampert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)
- Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Fr. Rnauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)
- Die Ameisen. Von Dr. Fr. Rnauer. Mit 61 Fig. (Bd. 94.)
- Das Süßwasser-Plankton. Von Prof. Dr. O. Jacharias. 2. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 156.)

## Aus Natur und Geisteswelt.

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

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>Meeresforschung und Meeresleben.</b> Von Dr. O. Janson. 2. Aufl. Mit 41 Fig. (Bd. 30.)</p> <p><b>Das Aquarium.</b> Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)</p> <p><b>Wind und Wetter.</b> Von Prof. Dr. L. Weber. 2. Aufl. Mit 28 Fig. u. 3 Tafeln. (Bd. 55.)</p> <p><b>Gut und schlecht Wetter.</b> Von Dr. H. Hennig. (Bd. 349.)</p> <p><b>Der Kalender.</b> Von Prof. Dr. W. F. Wislicenus. (Bd. 69.)</p> <p><b>Der Bau des Weltalls.</b> Von Prof. Dr. F. Scheiner. 3. Aufl. Mit 26 Fig. (Bd. 24.)</p> <p><b>Entstehung der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft.</b> Von Prof. Dr. B. Weinlein. 2. Aufl. (Bd. 223.)</p> <p><b>Aus der Vorzeit der Erde.</b> Von Prof. Dr. Fr. Frech. In 6 Bdn. 2. Aufl. Mit zahlr. Abbildungen. (Bd. 207—211, 61.)</p> <p><b>Band I: Vulkanismus einst und jetzt.</b> Mit 80 Abb. (Bd. 207.) <b>Band II: Gebirgsbau und Erdbeben.</b> Mit 57 Abb. (Bd. 208.)</p> <p><b>Band III: Die Arbeit des fließenden Wassers.</b> Mit 51 Abb. (Bd. 209.) <b>Band IV: Die Arbeit des Ozeans und die chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen.</b> Mit 1 Titelbild und 51 Abb. (Bd. 210.)</p> <p><b>Band V: Kohlenbildung und Klima der Vorzeit.</b> (Bd. 211.) <b>Band VI: Gletscher einst und jetzt.</b> 2. Aufl. (Bd. 61.)</p> <p><b>Die Metalle.</b> Von Prof. Dr. R. Scheid. 2. Aufl. Mit 16 Abb. (Bd. 29.)</p> <p><b>Radium und Radioaktivität.</b> Von Dr. M. Cerners. (Bd. 405.)</p> <p><b>Das Salz.</b> Von Dr. E. Rtemann. (Bd. 407)</p> <p><b>Unsere Kohlen.</b> Von Bergassessor Kukul. (Bd. 396.)</p> <p><b>Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit.</b> Von Prof. Dr. S. Oppenheim. 2. Aufl. Mit 24 Abb. (Bd. 110.)</p> <p><b>Probleme der modernen Astronomie.</b> Von Prof. Dr. S. Oppenheim. (Bd. 355.)</p> | <p><b>Astronomie in ihrer Bedeutung für das praktische Leben.</b> Von Prof. Dr. A. Marcuse. Mit 26 Abb. (Bd. 378.)</p> <p><b>Die Sonne.</b> Von Dr. A. Krause. Mit zahlreichen Abb. (Bd. 357.)</p> <p><b>Der Mond.</b> Von Prof. Dr. F. Franz. Mit 31 Abb. (Bd. 90.)</p> <p><b>Die Planeten.</b> Von Prof. Dr. B. Peter. Mit 18 Fig. (Bd. 240.)</p> <p><b>Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht.</b> Von Prof. Dr. B. Crank. In 2 Bdn. Mit zahlr. Fig. (Bd. 120, 205.)</p> <p><b>I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades.</b> 2. Aufl. Mit 9 Fig. (Bd. 120.) <b>II. Teil: Gleichungen. Arithmetische und geometrische Reihen. Binomialsatz- und Rentenrechnung. Komplexere Zahlen. Binomischer Lehrsatz.</b> 3. Aufl. Mit 21 Fig. (Bd. 205.)</p> <p><b>Praktische Mathematik.</b> Von Dr. R. Neundorff. I. Teil: Graphisches u. numerisches Rechnen. Mit 62 Figuren und 1 Tafel. (Bd. 341.)</p> <p><b>Planimetrie zum Selbstunterricht.</b> Von Prof. Dr. B. Crank. Mit 99 Fig. (Bd. 340.)</p> <p><b>Maße und Messen.</b> Von Dr. W. Bied. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)</p> <p><b>Einführung in die Infinitesimalrechnung mit einer historischen Übersicht.</b> Von Prof. Dr. S. Rowalewski. 2. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 197.)</p> <p><b>Differential- und Integralrechnung.</b> Von Dr. M. Lindow. (Bd. 387.)</p> <p><b>Mathematische Spiele.</b> Von Dr. W. Ahrens. 2. Aufl. Mit 70 Fig. (Bd. 170.)</p> <p><b>Das Schachspiel und seine strategischen Prinzipien.</b> Von Dr. M. Lange. Mit den Bildnissen E. Lasfers und B. Morphy's, 1 Schachbrettafel und 43 Darst. von Übungsspielen. (Bd. 281.)</p> |
|---|--|

## Angewandte Naturwissenschaft. Technik.

- |   |   |
|---|---|
| <p><b>Am tausenden Wechtuhl der Zeit.</b> Von Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl. Mit 16 Abb. (Bd. 23.)</p> <p><b>Bilder aus der Ingenieurtechnik.</b> Von Baurat R. Merkel. Mit 43 Abb. (Bd. 60.)</p> <p><b>Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit.</b> Von Baurat R. Merkel. 2. Aufl. Mit 55 Abb. (Bd. 28.)</p> <p><b>Der Eisenbetonbau.</b> Von Dipl.-Ing. E. Gaimovici. Mit 81 Abb. (Bd. 275.)</p> <p><b>Das Eisenhüttenwesen.</b> Von Geh. Bergrat Prof. Dr. S. Wedding. 4. Aufl. Mit 15 Fig. (Bd. 20.)</p> | <p><b>Die Schmucksteine und die Schmuckstein-Industrie.</b> Von Dr. A. Eppler. Mit 64 Abb. (Bd. 376.)</p> <p><b>Die Metalle.</b> Von Prof. Dr. R. Scheid. 2. Aufl. Mit 16 Abb. (Bd. 29.)</p> <p><b>Unsere Kohlen.</b> Von Bergassessor Kukul. (Bd. 396.)</p> <p><b>Mechanik.</b> Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Fehring. 3 Bde. (Bd. 303/305.)</p> <p><b>Band I: Die Mechanik der festen Körper.</b> Mit 61 Abb. (Bd. 303.) <b>Band II: Die Mechanik der flüssigen Körper.</b> Mit 34 Abb. (Bd. 304.) <b>Band III: Die Mechanik der gasförmigen Körper.</b> (In Vorb.) (Bd. 305.)</p> <p><b>Maschinenelemente.</b> Von Prof. R. Vater. Mit 184 Abb. (Bd. 301.)</p> |
|---|---|

## Aus Natur und Geisteswelt.

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

- Hebezeuge.** Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Prof. R. Vater. Mit 67 Abb. (Bd. 196.)
- Die Dampfmaschine I: Wirkungsweise des Dampfes in Kessel und Maschine.** Von Prof. R. Vater. 3. Aufl. Mit 45 Abb. (Bd. 398.)
- Die neueren Wärmekraftmaschinen I: Einführung in die Theorie u. den Bau der Maschinen für gasförmige u. flüssige Brennstoffe.** Von Prof. R. Vater. 4. Aufl. Mit 33 Abb. (Bd. 21.)
- Die neueren Wärmekraftmaschinen II: Gasmaschinen, Gas- und Dampfturbinen.** Von Prof. R. Vater. 3. Aufl. Mit 48 Abb. (Bd. 86.)
- Die Wasserkraftmaschinen und die Ausnützung der Wasserkräfte.** Von Prof. Geh. Reg.-Rat A. v. Jhering. Mit 73 Fig. (Bd. 228.)
- Landwirtsch. Maschinentechnik.** Von Prof. Dr. G. Fischer. Mit 62 Abb. (Bd. 316.)
- Die Spinnerei.** Von Dir. Prof. M. Lehmann. Mit 1 Abb. (Bd. 338.)
- Die Eisenbahnen, ihre Entstehung und gegenwärtige Verbreitung.** Von Prof. Dr. F. Sahn. Mit zahlreichen Abb. (Bd. 71.)
- 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. Siebmann. 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. A. Hottel. Mit 72 Abb. (Bd. 391.)
- Die Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung.** Von Telegrapheninsp. S. Brück. Mit 58 Abb. (Bd. 235.)
- Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik.** Von Telegrapheninsp. S. Brück. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)
- Die Funkentelegraphie.** Von Oberpostpraktikant S. Thurn. Mit 53 Illustr. 2. Aufl. (Bd. 167.)
- Astronomie in ihrer Bedeutung für das tägliche Leben.** Von Professor Dr. A. Marcuse. Mit 26 Abb. (Bd. 378.)
- Nautik.** Von Dir. Dr. J. Möller. Mit 58 Fig. (Bd. 255.)
- Das Kriegsschiff.** Von Geh. Marinebaurat Krieger. (Bd. 389.)
- Die Luftschiffahrt, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung.** Von Dr. R. Nimführ. 2. Aufl. Mit 42 Abb. (Bd. 300.)
- Die Handfeuerwaffen.** Ihre Entwicklung und Technik. Von Hauptmann R. Weiß. Mit 69 Abb. (Bd. 364.)
- Die Beleuchtungsarten der Gegenwart.** Von Dr. B. Brück. Mit 155 Abb. (Bd. 108.)
- Heizung und Lüftung.** Von Ingenieur J. E. Maber. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)
- Industrielle Feuerungsanlagen und Dampfkessel.** Von Ingenieur J. E. Maber. (Bd. 348.)
- Die Uhr.** Von Reg.-Bauführer a. D. S. Bod. Mit 47 Abb. (Bd. 216.)
- Wie ein Buch entsteht.** Von Prof. A. B. Unger. 3. Aufl. Mit 7 Taf. u. 26 Abb. (Bd. 175.)
- Einführung in die chemische Wissenschaft.** Von Prof. Dr. B. Löb. Mit 16 Fig. (Bd. 264.)
- Bilder aus der chemischen 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. B. Kricheldorf. Mit 21 Abb. (Bd. 314.)
- Die Bierbrauerei.** Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)
- Weinbau und Weinbereitung.** Von Dr. F. Schmittbühner. (Bd. 332.)
- Chemie und Technologie der Sprengstoffe.** Von Prof. Dr. K. Biedermann. Mit 15 Fig. (Bd. 286.)
- Photochemie.** Von Prof. Dr. G. Kimmell. 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 Hausfrau für gute Nahrung?** Mit 17 Abb. (Bd. 126.)
- Chemie in Küche und Haus.** Von weiff. Prof. Dr. G. Abel. 2. Aufl. von Dr. J. Klein. Mit 1 Doppeltafel. (Bd. 76.)

# DIE KULTUR DER GEGENWART

== IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE ==

HERAUSGEGEBEN VON PROF. PAUL HINNEBERG

Eine systematisch aufgebaute, geschichtlich begründete Gesamtdarstellung unserer heutigen Kultur, welche die Fundamentalergebnisse der einzelnen Kulturgebiete nach ihrer Bedeutung für die gesamte Kultur der Gegenwart und für deren Weiterentwicklung in großen Zügen zur Darstellung bringt. Das Werk vereinigt eine Zahl erster Namen aus Wissenschaft und Praxis und bietet Darstellungen der einzelnen Gebiete jeweils aus der Feder des dazu Berufensten in gemeinverständlicher, künstlerisch gewählter Sprache auf knappstem Raume. Jeder Band ist inhaltlich vollständig in sich abgeschlossen und einzeln käuflich.

TEIL I u. II: Die geisteswissenschaftlichen Kulturgebiete.

Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Gegenwart.

Geh. M. 18.—, in Leinw. geb. M. 20.—, in Halbfr. geb. M. 22.—.

[2. Aufl. 1912. Teil I, Abt. 1.]

Inhalt: Das Wesen der Kultur: W. Lexis. — Das moderne Bildungswesen: Fr. Paulsen †. — Die wichtigsten Bildungsmittel. A. Schulen und Hochschulen. Das Volksschulwesen: G. Schöppa. Das höhere Knabenschulwesen: A. Matthias. Das höhere Mädchenschulwesen: H. Gaudig. Das Fach- und Fortbildungsschulwesen: G. Kerschensteiner. Die geisteswissenschaftliche Hochschulausbildung: Fr. Paulsen †. Die mathematische, naturwissenschaftliche Hochschulausbildung: W. v. Dyck. B. Museen, Kunst- und Kunstgewerbemuseen: L. Pallat. Naturwissenschaftliche Museen: K. Kraepelin. Technische Museen: W. v. Dyck. C. Ausstellungen, Kunst- und Kunstgewerbeausstellungen: J. Lesing †. Naturwissenschaftlich-technische Ausstellungen: O. N. Witt. D. Die Musik: G. Göhler. E. Das Theater: P. Schlenther. F. Das Zeitungswesen: K. Bücher. G. Das Buch: R. Pietschmann. H. Die Bibliotheken: F. Milkau. — Die Organisation der Wissenschaft: H. Diels.

Die Religionen des Orients und die altgermanische Religion.

Geh. ca. M. 7.—, in Leinw. geb. ca. M. 9.—, in Halbfr. geb. ca.

M. 11.—. [2. Aufl. 1913. Unter der Presse. Teil I, Abt. 3, I.]

Inhalt: Die Anfänge der Religion und die Religion der primitiven Völker: Edv. Lehmann. — Die ägyptische Religion: A. Erman. — Die asiatischen Religionen: Die babylonisch-assyrische Religion: C. Bezold. — Die indische Religion: H. Oldenberg. — Die iranische Religion: H. Oldenberg. — Die Religion des Islams: J. Goldziher. — Der Lamaismus: A. Grünwedel. — Die Religionen der Chinesen: J. J. M. de Groot. — Die Religionen der Japaner: a) Der Shintoismus: K. Florenz, b) Der Buddhismus: H. Haas. — Die orientalischen Religionen in ihrem Einfluß auf den Westen im Altertum: Fr. Cumont. — Altgermanische Religion: A. Heusler.

Geschichte der christlichen Religion. Geh. M. 18.—, in Leinw. geb.

M. 20.—, in Halbfr. geb. M. 22.—. [2. Aufl. 1909. Teil I, Abt. 4, I.]

Inhalt: Die israelitisch-jüdische Religion: J. Wellhausen. — Die Religion Jesu und die Anfänge des Christentums bis zum Nicaenum (325): A. Jülicher. — Kirche und Staat bis zur Gründung der Staatskirche: A. Harnack. — Griechisch-orthodoxes Christentum und Kirche in Mittelalter und Neuzeit: N. Bonwetsch. — Christentum und Kirche Westeuropas im Mittelalter: K. Müller. — Katholisches Christentum und Kirche in der Neuzeit: A. Ehrhard. — Protestantisches Christentum und Kirche in der Neuzeit: E. Troeltsch.

Systematische christliche Religion. Geh. M. 6.60, in Leinw. geb.

M. 8.—, in Halbfr. geb. M. 10.—. [2. Aufl. 1909. Teil I, Abt. 4, II.]

Inhalt: Wesen der Religion u. der Religionswissenschaft: E. Troeltsch. — Christlich-katholische Dogmatik: J. Pöhl. — Christlich-katholische Ethik: J. Mausbach. — Christlich-katholische praktische Theologie: C. Krieg. — Christlich-protestantische Dogmatik: W. Herrmann. — Christlich-protestantische Ethik: R. Seeberg. — Christlich-protestantische praktische Theologie: W. Faber. — Die Zukunftsaufgaben der Religion und der Religionswissenschaft: H. J. Holtzmann.

**Allgemeine Geschichte der Philosophie.** Geh. ca. M. 12.—, in Leinwand geb. ca. M. 14.—, in Halbfranz geb. ca. M. 16.— [2. Aufl. 1913. Unter der Presse. Teil I, Abt. 5.]

**Inhalt.** Einleitung. Die Anfänge der Philosophie und die Philosophie der primitiven Völker: W. Wundt. I. Die indische Philosophie: H. Oldenberg. II. Die islamische und jüdische Philosophie: J. Goldziher. III. Die chinesische Philosophie: W. Grube. IV. Die japanische Philosophie: T. Jnoue. V. Die europäische Philosophie des Altertums: H. v. Arnim. VI. Die patristische Philosophie: Cl. Bäumker. VII. Die europäische Philosophie des Mittelalters: Cl. Bäumker. VIII. Die neuere Philosophie: W. Windelband.

**Systematische Philosophie.** Geh. M. 10.—, in Leinwand geb. M. 12.—, in Halbfr. geb. M. 14.—. [2. Aufl. 1908. Teil I, Abt. 6.]

**Inhalt.** Allgemeines. Das Wesen der Philosophie: W. Dilthey. — Die einzelnen Teilgebiete. I. Logik und Erkenntnistheorie: A. Riehl. II. Metaphysik: W. Wundt. III. Naturphilosophie: W. Ostwald. IV. Psychologie: H. Ebbinghaus. V. Philosophie der Geschichte: R. Eucken. VI. Ethik: Fr. Paulsen. VII. Pädagogik: W. Münch. VIII. Ästhetik: Th. Lipps. — Die Zukunftsaufgaben der Philosophie: Fr. Paulsen.

**Die orientalischen Literaturen.** Geh. M. 10.—, in Leinw. geb. M. 12.—, in Halbfranz geb. M. 14.—. [1906. Teil I, Abt. 7.]

**Inhalt.** Die Anfänge der Literatur und die Literatur der primitiven Völker: E. Schmidt. — Die ägyptische Literatur: A. Erman. — Die babylonisch-assyrische Literatur: C. Bezold. — Die israelitische Literatur: H. Gunkel. — Die aramäische Literatur: Th. Nöldeke. — Die äthiop. Literatur: Th. Nöldeke. — Die arab. Literatur: M. J. de Goeje. — Die ind. Literatur: R. Pischel. — Die altpers. Literatur: K. Geldner. — Die mittelpers. Literatur: P. Horn. — Die neupers. Literatur: P. Horn. — Die türkische Literatur: P. Horn. — Die armenische Literatur: F. N. Finck. — Die geörg. Literatur: F. N. Finck. — Die chines. Literatur: W. Grube. — Die japan. Literatur: K. Florenz.

**Die griech. u. latein. Literatur u. Sprache.** Geh. M. 12.—, in Leinw. geb. M. 14.—, in Halbfr. geb. M. 16.—. [3. Aufl. 1912. Teil I, Abt. 8.]

**Inhalt:** I. Die griechische Literatur und Sprache: Die griech. Literatur des Altertums: U. v. Wilamowitz-Moellendorff. — Die griech. Literatur des Mittelalters: K. Krumbacher. — Die griech. Sprache: J. Wackernagel. — II. Die lateinische Literatur und Sprache: Die römische Literatur des Altertums: Fr. Leo. — Die latein. Literatur im Übergang vom Altertum zum Mittelalter: E. Norden. — Die latein. Sprache: F. Skutsch.

**Die osteuropäischen Literaturen u. die slawisch. Sprachen.** Geh. M. 10.—, in Lnw. geb. M. 12.—, in Hlbfr. geb. M. 14.—. [1908. Teil I, Abt. 9.]

**Inhalt:** Die slawischen Sprachen: V. v. Jagić. — Die slawischen Literaturen. I. Die russische Literatur: A. Wesselovsky. — II. Die poln. Literatur: A. Brückner. III. Die böhm. Literatur: J. Máchal. IV. Die südslaw. Literaturen: M. Murko. — Die neugriech. Literatur: A. Thumb. — Die finnisch-ugr. Literaturen. I. Die ungar. Literatur: F. Riedl. II. Die finn. Literatur: E. Setälä. III. Die estn. Literatur: G. Suits. — Die litauisch-lett. Literaturen. I. Die lit. Literatur: A. Bezenberger. II. Die lett. Literatur: E. Wolter.

**Die romanischen Literaturen und Sprachen. Mit Einschluß des Keltischen.** Geh. M. 12.—, in Leinwand geb. M. 14.—, in Halbfranz geb. M. 16.—. [1908. Teil I, Abt. 11, I.]

**Inhalt:** I. Die kelt. Literaturen. 1. Sprache u. Literatur im allgemeinen: H. Zimmer. 2. Die einzelnen kelt. Literaturen. a) Die ir.-gäl. Literatur: K. Meyer. b) Die schott.-gäl. u. die Manx-Literatur. c) Die kymr. (walis.) Literatur. d) Die kern. u. die breton. Literatur: L. Ch. Stern. II. Die roman. Literaturen: H. Meiß. III. Die roman. Sprachen: W. Meyer-Lübke.

**Allgemeine Verfassungs- und Verwaltungsgeschichte. I. Hälfte.** Geh. M. 10.—, in Leinw. geb. M. 12.—, in Halbfranz geb. M. 14.—. [1911. Teil II, Abt. 2, I.]

**Inhalt:** Einleitung. Die Anfänge der Verfassung und der Verwaltung und die Verfassung und Verwaltung der primitiven Völker: A. Vierkandt. A. Die orientalische Verfassung

und Verwaltung. 1. Die Verfassung und Verwaltung des orientalischen Altertums: L. Wenger. 2. Die islamische Verfassung und Verwaltung: M. Hartmann. 3. Die Verfassung und Verwaltung Chinas: O. Franke. 4. Die Verfassung und Verwaltung Japans: K. Rathgen. — B. Die europäische Verfassung u. Verwaltung (1. Hälfte). 1. Die Verfassung u. Verwaltung des europäischen Altertums: L. Wenger. 2. Die Verfassung u. Verwaltung der Germanen und des Deutschen Reiches bis z. Jahre 1806: A. Luschin v. Ebengreuth.

**Staat u. Gesellschaft des Orients.** [Teil II, Abt. 3 erscheint 1913.]

Inhalt: I. Anfänge des Staates und der Gesellschaft. Staat und Gesellschaft der primitiven Völker: A. Vierkandt. II. Staat und Gesellschaft des Orients im Altertum, Mittelalter und der Neuzeit. 1. Altertum: G. Maspero. 2. Mittelalter und Neuzeit. a) Staat und Gesellschaft Nordafrikas und Westasiens (die islamischen Völker): M. Hartmann. b) Staat und Gesellschaft Ostasiens. α) Staat und Gesellschaft Chinas: O. Franke. β) Staat und Gesellschaft Japans: K. Rathgen.

**Staat u. Gesellschaft d. Griechen u. Römer.** Geh. M. 8.—, in Leinw. geb. M. 10.—, in Halbfr. geb. M. 12.—. [1910. Teil II, Abt. 4, I.]

Inhalt: I. Staat und Gesellschaft der Griechen: U. v. Wilamowitz-Moellendorff. — II. Staat und Gesellschaft der Römer: B. Niese.

**Staat und Gesellschaft der neueren Zeit.** Geh. M. 9.—, in Leinw. geb. M. 11.—, in Halbfranz geb. M. 13.—. [1908. Teil II, Abt. 5, I.]

Inhalt: I. Reformationszeitalter. a) Staatensystem und Machtverschiebungen. b) Der moderne Staat und die Reformation. c) Die gesellschaftlichen Wandlungen und die neue Geisteskultur: F. v. Bezold. — II. Zeitalter der Gegenreformation: E. Gothein. — III. Zur Höhezeit des Absolutismus. a) Tendenzen, Erfolge und Niederlagen des Absolutismus. b) Zustände der Gesellschaft. c) Abwandlungen des europäischen Staatensystems: R. Koser.

**Allgem. Rechtsgeschichte.** [1913. Teil II, Abt. 7, I. Unt. d. Presse.]

Inhalt: Die Anfänge des Rechts: J. Kohler. — Orientalisches Recht im Altertum: L. Wenger. — Europäisches Recht im Altertum: L. Wenger.

**Systematische Rechtswissenschaft.** Geh. ca. M. 14.—, in Leinw. geb. ca. M. 16.—, in Halbfranz geb. ca. M. 18.—. [2. Aufl. 1913. Unter der Presse. Teil II, Abt. 8.]

Inhalt: I. Wesen des Rechtes und der Rechtswissenschaft: R. Stammler. II. Die einzelnen Teilgebiete: A. Privatrecht. Bürgerliches Recht: R. Sohm. — Handels- und Wechselrecht: K. Gareis. — Internationales Privatrecht: L. v. Bar. B. Zivilprozeßrecht: L. v. Seuffert. C. Strafrecht u. Strafprozeßrecht: F. v. Liszt. D. Kirchengrecht: W. Kahl. E. Staatsrecht: P. Laband. F. Verwaltungsrecht. Justiz und Verwaltung: G. Anschütz. — Polizei- und Kulturpflege: E. Bernatzik. G. Völkerrecht: F. von Martitz. III. Die Zukunftsaufgaben des Rechtes und der Rechtswissenschaft: R. Stammler.

**Allgemeine Volkswirtschaftslehre.** Von W. Lexis. Geh. ca. M. 7.—, in Leinw. geb. ca. M. 9.—, in Halbfranz geb. ca. M. 11.—. [2. Aufl. 1913. Teil II, Abt. 10, I.]

In Vorbereitung befinden sich noch:

Teil I, Abt. 2: Die Aufgaben und Methoden der Geisteswissenschaften.

I. Die Geisteswissenschaften u. ihre Methoden im allgemeinen. II. Erkenntnismittel u. Hilfsdisziplinen der Geisteswissenschaften.

Teil I, Abt. 3, II: Die Religionen des klassischen Altertums.

Teil I, Abt. 10: Die deutsche Literatur und Sprache.

Teil I, Abt. 11, II: Englische Literatur und Sprache, skandinavische Literatur und allgemeine Literaturwissenschaft.

Teil I, Abt. 12: Musik.

I. Geschichte der Musik u. der Musikwissenschaft. II. Allgemeine Musikwissenschaft.

Teil I, Abt. 13: Die orientalische Kunst. Die europäische Kunst des Altertums.

I. Die Anfänge der Kunst und die Kunst der primitiven Völker. II. Die orientalische Kunst. III. Die europäische Kunst des Altertums.

Teil I, Abt. 14: Die europäische Kunst des Mittelalters und der Neuzeit. Allgemeine Kunstwissenschaft.

Teil II, Abt. 1: Völker-, Länder- u. Staatenkunde. (Die anthropogeograph. Grundlagen.)

Teil II, Abt. 2, II: Allgem. Verfassungsgeschichte. 2. Hälfte.

Teil II, Abt. 4, II: Staat und Gesellschaft Europas im Altertum und Mittelalter.

I. Osteuropa (Byzanz). II. Westeuropa (Die romanisch-germanischen Völker).

Teil II, Abt. 5, II: Staat und Gesellschaft der neuesten Zeit.

I. Revolutionszeitalter und Erstes Kaiserreich. II. 19. Jahrhundert. III. Osteuropa. IV. Nordamerika. V. Romanisch-germanische Kolonialländer außer Nordamerika.

Teil II, Abt. 6: System der Staats- und Gesellschaftswissenschaft.

I. Allgemeines. II. Die einzelnen Teilgebiete. III. Die Zukunftsaufgaben des Staates und

der Gesellschaft und der Staats- und der Gesellschaftswissenschaft

Teil II, Abt. 7, II: Allg. Rechtsgeschichte mit Geschichte der Rechtswissenschaft.

I. Das orientalische Recht des Mittelalters und der Neuzeit. II. Das europäische Recht des Mittelalters und der Neuzeit.

Teil II, Abt. 9: Allg. Wirtschaftsgeschichte mit Geschichte der Volkswirtschaftslehre.

Teil II, Abt. 10, II: Spezielle Volkswirtschaftslehre.

I. Agrarpolitik. II. Gewerbepolitik. III. Handelspolitik. IV. Kolonialpolitik. V. Verkehrspolitik. VI. Versicherungspolitik. VII. Sozialpolitik.

Teil II, Abt. 10, III: System der Staats- u. Gemeindegewirtschaftslehre (Finanzwissenschaft).

## TEIL III: Die mathematischen, naturwissenschaftlichen und medizinischen Kulturgebiete.

Bearbeitet unter Leitung von  
F. Klein, E. Lecher, R. v. Wettstein, Fr. v. Müller.

Die Mathematik im Altertum und im Mittelalter: Professor Dr. H. G. Zeuthen, Kopenhagen. Geh. M. 3.— [1912. Abt. I. Lfrg. 1.]

Chemie einschl. Kristallographie u. Mineralogie. Bandredakt.: E. v. Meyer u. Fr. Rinne. Mit Abb. Geh. ca. M. 22.—, in Leinw. geb. ca. M. 24.—, in Halbfr. geb. ca. M. 26.—. [1913. Abt. III., Bd. 2.]

Inhalt: Entwicklung der Chemie von Robert Boyle bis Lavoisier (1660—1793): E. v. Meyer. — Die Entwicklung der Chemie im 19. Jahrhundert durch Begründung und Ausbau der Atomtheorie: E. v. Meyer. — Anorganische Chemie: C. Eagler und L. Wöhler. — Organische Chemie: O. Wallach. — Physikalische Chemie: R. Luther und W. Nerst. — Photochemie: R. Luther. — Elektrochemie: M. Le Blanc. — Beziehungen der Chemie zur Physiologie: A. Kossel. — Beziehungen der Chemie zum Ackerbau: † O. Kellner und K. Immendorf. — Wechselwirkungen zwischen der chemischen Technik: O. Witt. — Kristallographie und Mineralogie: Fr. Rinne.

Zellen- und Gewebelehre, Morphologie und Entwicklungsgeschichte. Bandredakteure: O. Hertwig und † E. Strasburger, in zwei Teilbänden. Mit Abb. Geh. ca. M. 22.—, in Leinw. geb. ca. M. 24.—, in Halbfranz geb. ca. M. 26.—. [1913. Abt. IV., Band 2.]

Inhalt: I. Hälfte: Botanik. Pflanzliche Zellen- und Gewebelehre: E. Strasburger. — Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen: W. Benecke. — II. Hälfte: Zoologie. Die einzelligen Organismen: R. Hertwig. — Zellen und Gewebe des Tierkörpers: H. Poll. — Allgemeine und experimentelle Morphologie und Entwicklungslehre der Tiere: O. Hertwig. — Entwicklungsgeschichte u. Morphologie d. Wirbellosen: K. Heider. — Entwicklungsgeschichte d. Wirbeltiere: F. Keibel. — Morphologie d. Wirbeltiere: E. Gaupp.

In Vorbereitung bzw. unter der Presse \* befinden sich:

\* I. Abteilung: Die mathematischen Wissenschaften.

Abteilungsleiter und Bandredakteur: F. Klein.  
Inhalt: Die Beziehungen der Mathematik zur

allgemeinen Kultur: A. Voß. — Mathematik u. Philosophie: A. Voß. — Die Mathematik im 16., 17. und 18. Jahrh.: P. Stäckel. — Die Entwicklung d. reinen Mathematik i. 19. Jahrh.: F. Klein. — Die moderne Entwicklung d. an-

gewandten Mathematik: C. Runge. — Mathematischer Unterricht: H. E. Timerding.

**II. Abt.: Die Vorgeschichte der modernen Naturwissenschaften und der Medizin.**

Bandredakteure: J. Ilberg und K. Sudhoff. Bearb. von Fr. Boll, S. Günther, I. L. Heiberg, M. Höfler, J. Ilberg, E. Seidel, H. Stadler, K. Sudhoff, E. Wiedemann u. a.

**III. Abt.: Anorgan. Naturwissenschaften. Abteilungsleiter: E. Lecher.**

\* Band 1: Physik.

Bandredakteur: E. Warburg.

Inhalt: Akustik: F. Auerbach. — Telegraphie: F. Brau. — Experimentelle Atomistik: E. Dorn. — Theoret. Atomistik. Relativitätsprinzip: A. Einstein. — Radioaktivität I: J. Elster und H. Geitel. — Spektralanalyse: F. Exner. — Theorie des Magnetismus: R. Gans. — Über die Untersuchung d. feinsten Spektrallinien: E. Gehrke. — Positive Strahlen: E. Gehrke und O. Reichenheim. — Die Energie degradierender Vorgänge im elektromagnetischen Feld: E. Gumlich. — Das Prinzip von der Erhaltung der Energie und das Prinzip von der Vermehrung der Entropie: Fr. Hasenöhrl. — Natur der Wärme (Thermodynamik): Fr. Henning. — Mechan. u. therm. Eigenschaften: Kalorimetrie: L. Holborn. — Wärmeleitung: W. Jäger. — Kathoden- und Röntgenstrahlen: W. Kaufmann. — Entdeckungen von Maxwell u. Hertz: E. Lecher. — Die Maxwell'sche und Elektronentheorie: H. A. Lorentz. — Neuere Fortschritte der geomet. Optik: O. Lummer. — Das Prinzip der kleinsten Wirkung: M. Planck. — Gesch. d. Elektrizität bis z. Siege der Faradayschen Anschauungen: F. Richarz. — Wärmestrahlung: H. Rubens. — Radioaktivität II: E. v. Schweidler. — Elektr. Leitvermögen: H. Starke. — Phänomenologische u. atomistische Betrachtungsweise: W. Voigt. — Newton'sche Mechanik: E. Wiechert. — Die gekoppelten elektr. Systeme: M. Wien. — Strahlungstheorie: W. Wien. — Entwicklung der Wellenlehre des Lichts: O. Wiener. — Magneto-optik: P. Zeeman.

\* Band 3: Astronomie.

Bandredakteur: J. Hartmann.

Inhalt: Anfänge der Astronomie, Zusammenhang mit der Religion: Fr. Boll. — Chronologie und Kalenderwesen: F. K. Ginzel. — Zeitmessung: J. Hartmann. — Astronomische Ortsbestimmung: L. Ambronn. — Erweiterung des Raumbegriffs: A. v. Flotow. — Mechan. Theorie des Planetensystems: J. v. Hepperger. — Physische Erforschung des Planetensystems: K. Graff. — Physik der Sonne: E. Pringsheim. — Physik der Fixsterne: F. W. Ristenpart. — Sternsystem:

H. Kobold. — Beziehungen der Astronomie zu Kunst und Technik: L. Ambronn. — Organisation: F. W. Ristenpart.

Band 4: Geonomie.

Bandredakteur: F. R. Helmert und H. Bendorff. Bearbeitet von H. Bendorff, † G. H. Darwin, H. Ebert, O. Eggert, S. Finsterwalder, E. Kohlschütter u. a.

Band 5: Geologie (einschl. Petrographie). Bandredakteur: A. Rothpletz. Bearbeitet von A. Bergeat, E. v. Koken, J. Königsberger, A. Rothpletz.

Band 6: Physiogeographie.

Bandredakteur: E. Brückner. 1. Hälfte: Allgemeine Physiogeographie. Bearbeitet von E. Brückner, S. Finsterwalder, J. v. Hann, † O. Krümmel, E. Oberhammer, A. Merz u. a. 2. Hälfte: Spezielle Physiogeographie. Bearbeitet von E. Brückner, W. M. Davis u. a.

**IV. Abt.: Organische Naturwissenschaften. Abteilungsleiter: R. v. Wettstein.**

\* Band 1: Allgemeine Biologie.

Bandredakteure C. Chun u. W. L. Johannsen.

Inhalt: Geschichte der modernen Biologie [etwa seit Linné's Tode]: E. Rádl. — Biologische Methodik im allgemeinen, Richtungen und Organisation der Forschung: A. Fischel. — Organisation des biologischen Unterrichts: R. v. Wettstein. — Allgemeine Biologie: a) Organismen: W. Roux, W. Ostwald, O. zur Straßen. b) Protoplasma: B. Lidfors. c) Einzellige, Vielzellige: E. Laqueur. d) Organisationshöhe: H. Spemann. e) Individuum, Lebenslauf, Alter, Tod: W. Schleip. f) Allgemeines über Fortpflanzungsvorgänge: E. Godlewski, P. Claußen. g) Regeneration und Transplantation. x) der Tiere: H. Przibram. y) der Pflanzen: E. Baur. h) Experimentelle Grundlagen der Deszendenzlehre: W. L. Johannsen. i) Gliederung in Pflanzen und Tiere: O. Porsch.

Band 3: Physiologie und Ökologie.

Bandredakteure: M. Rubner und G. Haberlandt. Bearbeitet von E. Baur, Fr. Czapek, H. v. Guttenberg u. a.

\* Band 4: Abstammungslehre, Systematik, Paläontologie, Biogeographie.

Bandredakt.: R. v. Hertwig u. R. v. Wettstein.

Inhalt: Deszendenztheorie: R. v. Hertwig. — Systematik. a) Allgemeines: L. Plate. b) System der Pflanzen: R. v. Wettstein. c) System der Tiere: L. Plate. — Biogeographie. a) Allgemeine Prinzipien der Biogeographie: A. Brauer. — b) Pflanzengeographie: A. Engler. c) Tiergeographie: A. Brauer. — Paläontologie. a) Allgemeines: O. Abel. b) Paläophytologie: W. J. Jongmans. c) Paläozoologie: O. Abel. — Spezielle Phylogenie. a) des Pflanzenreiches: R. v. Wettstein. b) des Tierreiches: J. E. V. Boas. x) der Wirbellosen: K. Heider. y) der Wirbeltiere.

**V. Abt.: Anthropologie einschließl. naturwissenschaftl. Ethnographie.**

Bandredakteur: G. Schwalbe. Bearbeitet von E. Fischer, M. Hoernes, F. v. Luschan, Th. Mollison, A. Ploetz, G. Schwalbe.

**VI. Abt.: Die medizinischen Wissenschaften.** Abteilungsleiter: Fr. v. Müller.

Band 1: **Die Geschichte der modernen Medizin.** Bandredakteur: K. Sudhoff. Bearbeitet von M. Neuburger, K. Sudhoff u. a. **Die Lehre von den Krankheiten.** Bandredakteur: F. Marchand.

Band 2: **Die medizin. Spezialfächer.** Bandredakteure: W. His und Fr. von Müller.  
Band 3: **Beziehungen der Medizin zum Volkswohl.** Bandredakteur: M. v. Gruber.

**VII. Abt.: Naturphilosophie und Psychologie.**

\*Band 1: **Naturphilosophie.** Bandredakt.: C. Stumpf Bearb. von E. Becher.  
Band 2: **Psychologie.** Bandredakteur: C. Stumpf. Bearbeitet von C. L. Morgan und C. Stumpf.

**VIII. Abt.: Organisation d. Forschung u. d. Unterrichts.** Bandredakt.: A. Gutzmer.

**TEIL IV: Die technischen Kulturgebiete.**

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

**Technik des Kriegswesens.** Bandredakteur: M. Schwarte. Mit Abb. Geh. M. 24.—, in Leinwand geb. M. 26.—, in Halbfranz geb. M. 28.—. [1913. Teil IV. Band 12.]

**Inhalt:** Kriegsvorbereitung, Kriegsführung: M. Schwarte. — Waffentechnik. a) Die Waffentechnik in ihren Beziehungen zur Chemie: O. Poppenberg. b) Die Waffentechnik in ihren Beziehungen zur Metallurgie: W. Schwinning. c) Die Waffentechnik in ihren Beziehungen zur Konstruktionslehre: W. Schwinning. — d) Die Waffentechnik in ihren Beziehungen zur optischen Technik: O. von Eberhard. e) Die Waffentechnik in ihren Beziehungen zur Physik und Mathematik: O. Becker. — Technik des Befestigungswesens: J. Schröter. — Kriegsschiffbau: O. Kretschmer. — Vorbereitung für den Seekrieg und Seekriegsführung: M. Glatzel. — Einfluß des Kriegswesens auf die Gesamtkultur: A. Kersting.

**In Vorbereitung befinden sich:**

Band 1: **Vorgeschichte der Technik.** Bandredakteur u. Bearbeiter: C. Matschoß.

Band 2: **Verwertung der Naturkräfte zur Gewinnung mechanischer Energie.** Bandredakteur: M. Schröter. Bearbeitet von H. Bunte, R. Escher, W. Lynen, W. v. Oechelhaeuser, R. Schöttler, M. Schröter.

Band 3: **Umwandlung und Verteilung der Energie.** Bandredakteur: M. Schröter. Bearbeitet von A. Schwaiger u. a.

Band 4: **Bergbau und Hüttenwesen.** (Stoffgewinnung auf anorganischem Wege.) I. Teil. **Bergbau.** Bandredakt.: W. Bornhardt. Bearbeitet von H. E. Böker, G. Franke, Fr. Heise, Fr. Herbst, M. Krahmann, M. Reuß, O. Stegemann, L. Tübben. — II. Teil. **Hüttenwesen.**

Band 5: **Land- und Forstwirtschaft.** (Stoffgewinnung auf organischem Wege.) I. Teil. **Landwirtschaft.** — II. Teil. **Forstwirtschaft.** Bandredakteur und Bearbeiter: R. Beck und H. Martin.

Band 6: **Mechanische Technologie.** (Stoffbearbeitung auf maschinentechnisch. Wege.) Bandredakteure: E. Pfuhl und A. Wallichs. Bearbeitet von P. von Deuffer, Fr. Hülle, O. Johannsen, E. Pfuhl, M. Rudeloff, A. Wallichs.

Band 7: **Chemische Technologie.** (Stoffbearbeitung auf chem.-technischem Wege.)

Band 8 und 9: **Siedelungen.** Bandredakteure: W. Franz und C. Hocheder. Bearbeitet von H. E. von Berlepsch-Valendas, W. Bertsch, K. Diestel, M. Dülfer, Th. Fischer, H. Grässel, C. Hocheder, R. Rehlen, R. Schachner, H. v. Schmidt.

Band 10 u. 11: **Verkehrswesen.** Bandredakteur: O. Kammerer.

Band 13: **Die technischen Mittel des geistigen Verkehrs.** Bandredakteur: A. Miethe.

Band 14: **Die technischen Mittel der Beobachtung und Messung.** Bandredakteur: A. Miethe. Bearbeitet von A. Miethe, E. Goldberg u. a.

Band 15: **Entwicklungslinien der Technik im 19. Jahrhundert.** Bandredakteur: W. v. Dyck.

Band 16: **Organisation der Forschung.** Unterricht. Bandredakteur: W. v. Dyck.

Band 17: **Die Stellung der Technik zu den anderen Kulturgebieten. I.** Bandredakteur: W. v. Dyck. Bearbeitet von Fr. Gottl. von Ottlilienfeld u. a.

Band 18: **Die Stellung der Technik zu den anderen Kulturgebieten. II.** Bandredakteur: W. v. Dyck.

# 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. Maltzahn  
† A. v. Reinhardt · F. A. Schmidt · O. Schnabel · G. Schwamborn  
G. Steinhäufen · 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 bedeutungsvollsten 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

207  
Dr. R. Hesse

Professor an der Landwirtschaftlichen  
Hochschule in Berlin

und

Dr. F. Doflein

Professor der Zoologie an der Universität  
Freiburg i. Br.

# 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 Winter 1912.]

---

## Aus den Besprechungen:

---

„Man wird dieses groß angelegte, prächtig ausgestattete Werk, das einem wirklichen Bedürfnis entspricht, mit einem Gefühl hoher Befriedigung durchgehen. Es ist wieder einmal eine tüchtige und originelle Leistung... Eine Zierde unserer naturwissenschaftlichen Literatur... Es wird rasch seinen Weg machen. Wir können es seiner Originalität und seiner Vorzüge wegen dem gebildeten Publikum nur warm empfehlen. Ganz besonders aber begrüßen wir sein Erscheinen im Interesse des naturgeschichtlichen Unterrichts.“ (Prof. E. Koller in der „Neuen Zürcher Zeitung“.)

„...Der erste Band von R. Hesse liegt vor, in prächtiger Ausstattung und mit so gebiegenem 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. Vassen- u. Gesellsch.-Biologie.)

„Ein in jeder Hinsicht ausgezeichnetes Werk. Es vereint sachliche, streng wissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes mit klarer, jedem, der in rechter Mitarbeit an das Werk herantritt, verständlicher Darstellung. Jeder wird das Buch mit großem Gewinn und trotzdem großem Genuß lesen und Einblick in den Ernst der wissenschaftlicher Probleme bezeichnet werden.“

(Lit. Jahresbericht des Zürcher Bundes.)

„...Das Hessesche Werk faßt nicht alles Wissenswerte aus weiten Forschungsgebieten kurz zusammen, sondern behandelt diese in umfangreicher, erschöpfender und nach Form und Inhalt mustergültiger Darstellung. Das Buch ist als grundlegend anzusehen und von bleibendem Wert. Jeder Sachmann wie Laie muß und wird es mit größtem Interesse und größter Freude lesen. Das Buch wendet sich an einen großen Leserkreis, an alle, die die Tiere als Ganzes kennen lernen wollen, die naturwissenschaftliche Anregung suchen und die eine gute, allgemeine Bildung besitzen, und wird an seinem Teil die Liebe zur Natur und die Freude am Beobachten fördern helfen.“ (Kölnische Zeitung.)

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

6-96

## 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.



A. Luntz

Altes Städtche

Verfl. farbige Wiedergabe der Orig.-Lithographie.

„Von den Bilderunternehmungen 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. 200 Blättern gegen Einsend. von 40 Pf. (Ausland 50 Pf.) vom Verlag B. G. Teubner, Leipzig, Poststr. 3

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301555

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295883