

Sammlung Götschen

Pumpen

Druckwasser- und
Druckluft-Anlagen

Ein kurzer Überblick

Von

Dipl.-Ing. Rudolf Vogdt

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej

Mit 87 Figuren



100100212654



Bibliothek

zu den Ingenieurwissenschaften

aus der Sammlung Göschen.

Jedes Bändchen eleg. in Leinwand gebunden 80 Pfennig.

- Das Rechnen in der Technik** und seine Hilfsmittel (Rechenchieber, Rechentafeln, Rechenmaschinen usw.) von Ingenieur Joh. Eugen Mayer in Karlsruhe i. B. Mit 30 Abbildungen. Nr. 405.
- Statik. I:** Die Grundlehren der Statik starrer Körper von W. Hauber, Diplom-Ingenieur. Mit 82 Figuren. Nr. 178.
- Dasselbe. II:** Angewandte Statik. Mit 61 Figuren. Nr. 179.
- Festigkeitslehre** von W. Hauber, Diplom-Ingenieur. Mit 56 Figuren. Nr. 288.
- Aufgabensammlung zur Festigkeitslehre m. Lösungen** von R. Haren, Dipl.-Ing. in Mannheim. Mit 42 Figuren. Nr. 491.
- Hydraulik** von Diplom-Ingenieur W. Hauber. Mit 44 Figuren. Nr. 397.
- Geometrisches Zeichnen** von H. Becker, Architekt und Lehrer an der Baugewerkschule in Magdeburg, neu bearbeitet von Professor J. Vonderlinn in Münster. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.
- Schattenkonstruktionen** von Professor J. Vonderlinn in Münster. Mit 114 Figuren. Nr. 236.
- Parallelperspektive.** Rechtwinklige und schiefwinklige Axonometrie von Professor J. Vonderlinn in Münster. Mit 121 Figuren Nr. 260.
- Zentral-Perspektive** von Architekt Hans Freyberger, neu bearbeitet von Prof. J. Vonderlinn, Direktor der Kgl. Baugewerkschule in Münster i. W. Mit 132 Figuren. Nr. 57.
- Technisches Wörterbuch,** enthaltend die wichtigsten Ausdrücke des Maschinenbaues, Schiffbaues und der Elektrotechnik von Erich Krebs in Berlin. I: Deutsch-Englisch. Nr. 395.
- Dasselbe. II:** Englisch-Deutsch. Nr. 396.
- Dasselbe. III:** Deutsch-Französisch. Nr. 453.
- Dasselbe. IV:** Französisch-Deutsch. Nr. 454.
- Die Baustoffkunde** von Professor H. Haberstroh, Oberlehrer an der Herzogl. Baugewerkschule in Holzminde. Mit 36 Abbild. Nr. 506.
- Die Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels** von Dr. Gustav Rauter. I: Glas- und keramische Industrie. Mit 12 Tafeln. Nr. 233.
- II: Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.
- Vermessungskunde** von Dipl.-Ingen. Oberlehrer P. Werkmeister. 2 Bändchen. Mit 255 Abb. Nr. 468, 469.
- Maurer- und Steinhauerarbeiten** von Prof. Dr. phil. u. Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildungen. Nr. 419—421.
- Zimmerarbeiten** von Carl Opitz, Oberlehrer an der Kais. Technischen Schule in Straßburg i. E. I: Allgemeines, Balkenlagen, Zwischendecken und Deckenbildungen, hölzerne Fußböden, Fachwerkswände, Hänge- und Sprengwerke. Mit 169 Abbild. Nr. 489.
- II: Dächer, Wandbekleidungen, Simsschalungen, Block-, Bohlen- und Bretterwände, Zäune, Türen, Tore, Tribünen und Baugerüste. Mit 167 Abb. Nr. 490.

- Tischler- (Schreiner-) Arbeiten I:** Materialien, Handwerkszeuge, Maschinen, Einzel-Verbindungen, Fußböden, Fenster, Fensterladen, Treppen, Aborte von Professor E. Viehweger, Architekt in Köln. Mit 628 Figuren auf 75 Tafeln. Nr. 502.
- Eisenkonstruktionen im Hochbau.** Kurzgefaßtes Handbuch mit Beispielen von Ingenieur Karl Schindler. Mit 115 Figuren. Nr. 322.
- Der Eisenbetonbau** von Regierungsbaumeister Karl Rößle. Mit 75 Abbildungen. Nr. 349.
- Heizung und Lüftung** von Ingenieur Johannes Körting. I: Das Wesen und die Berechnung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 34 Figuren. Nr. 342.
- Dasselbe.** II: Ausführung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 191 Figuren. Nr. 343.
- Gas- und Wasserinstallationen mit Einschluß der Abortanlagen** von Prof. Dr. phil. u. Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. Mit 119 Abbildungen. Nr. 412.
- Das Veranschlagen im Hochbau.** Kurzgefaßtes Handbuch über das Wesen des Kostenanschlages von Emil Beutinger, Architekt B.D.A., Assistent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit 16 Figuren. Nr. 385.
- Bauführung** von Emil Beutinger, Architekt B.D.A., Assistent an der Techn. Hochschule in Darmstadt. Mit 20 Figuren. Nr. 399
- Die Baukunst des Schulhauses** von Prof. Dr.-Ing. Ernst Vetterlein in Darmstadt. * Das Schulhaus. Mit 38 Abb. Nr. 443.
- Dasselbe.** II: Die Schulräume — Die Nebenanlagen. Mit 31 Abbildungen. Nr. 444.
- Öffentliche Bade- und Schwimmanstalten** von Dr. Carl Wolff, Stadt-Oberbaurat in Hannover. Mit 50 Figuren. Nr. 380.
- Wasserversorgung der Ortshschaften** von Dr.-Ing. Robert Weyrauch, Professor an der Technischen Hochschule Stuttgart. Mit 85 Figuren. Nr. 5.
- Die Maschinenelemente.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 86 Fig. Nr. 3.
- Eisenhüttenkunde** von A. Krauß, diplomierter Hütteningenieur. I: Das Roheisen. Mit 17 Figuren und 4 Tafeln. Nr. 152.
- Dasselbe.** II: Das Schmiedeeisen. Mit 25 Fig. und 5 Tafeln. Nr. 153.
- Lötrohrprobierkunde.** Qualitative Analyse mit Hilfe des Lötrohres von Dr. Martin Henglein in Freiberg. Mit 10 Figuren. Nr. 483.
- Technische Wärmelehre (Thermodynamik)** von K. Walther und M. Röttinger, Diplom-Ingenieuren. Mit 54 Figuren. Nr. 242.
- Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- und Kältemaschinen** von M. Röttinger. Diplom-Ingenieur in Mannheim. Mit 73 Figuren. Nr. 2.
- Die Dampfmaschine.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 48 Figuren. Nr. 8.
- Die Dampfkessel.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Obering. in Nürnberg. I: Kesselsysteme und Feuerungen. Mit 43 Figuren. Nr. 9.
- Dasselbe.** II: Bau und Betrieb der Dampfkessel. Mit 57 Fig. Nr. 521
- Die Kalkulation im Maschinenbau** von Ingenieur H. Bethmann Dozent am Technikum Altenburg. Mit 61 Abbildungen. Nr. 486

- Die Gaskraftmaschinen.** Kurzgefaßte Darstellung der wichtigsten Gasmaschinen-Bauarten von Ingenieur Alfred Kirschke. Mit 55 Figuren. Nr. 316.
- Die Dampfturbinen,** ihre Wirkungsweise und Konstruktion von Ingenieur Hermann Wilda in Bremen. Mit 89 Abbildungen. Nr. 274.
- Die zweckmäßigste Betriebskraft** von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. I: Einleitung. Dampfkraftanlagen. Verschiedene Kraftmaschinen. Mit 27 Abbildungen. Nr. 224.
- Dasselbe.** II: Gas-, Wasser- und Windkraft-Anlagen Mit 31 Abbildungen. Nr. 225.
- Dasselbe.** III: Elektromotoren. Betriebskostentabellen. Graphische Darstellungen. Wahl der Betriebskraft. Mit 27 Abbildungen. Nr. 474.
- Schmalspurbahnen** (Klein-, Arbeits- und Feldbahnen) von Dipl.-Ing. August Boshart in Charlottenburg. Nr. 524.
- Eisenbahnfahrzeuge** von H. Hinnenthal, Kgl. Regierungsbaumeister und Oberingenieur in Hannover. I: Die Lokomotiven. Mit 89 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Nr. 107.
- II: Die Eisenbahnwagen und Bremsen. Mit 56 Abbildungen im Text und 3 Tafeln. Nr. 108.
- Die Hebezeuge,** ihre Konstruktion und Berechnung von Ingenieur Hermann Wilda, Prof. am staatl. Technikum in Bremen. Mit 399 Abbildungen. Nr. 414.
- Pumpen, hydraulische und pneumatische Anlagen.** Ein kurzer Überblick von Regierungsbaumeister Rudolf Vogdt, Oberlehrer an der Königlichen höheren Maschinenbauschule in Posen. Mit 59 Abbildungen. Nr. 290.
- Die landwirtschaftlichen Maschinen** von Karl Walther, Dipl.-Ingenieur in Mannheim. 3 Bändchen. Mit vielen Abb. Nr. 407—409.
- Die Preßluftwerkzeuge** von Diplom-Ingenieur P. Iltis, Oberlehrer an der Kaiserl. Technischen Schule in Straßburg. Mit 82 Figuren. Nr. 493.
- Nautik.** Kurzer Abriß des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schiffahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Direktor der Navigationsschule zu Lübeck. Mit 56 Abb. Nr. 84.
- Elektrotechnik.** Einführung in die moderne Gleich- und Wechselstromtechnik von J. Herrmann, Professor an der Königlich Technischen Hochschule Stuttgart. I: Die physikalischen Grundlagen. Mit 42 Figuren und 10 Tafeln. Nr. 196.
- Dasselbe.** II: Die Gleichstromtechnik. Mit 103 Fig. u. 16 Taf. Nr. 197.
- Dasselbe.** III: Die Wechselstromtechnik. Mit 109 Figuren. Nr. 198.
- Die Gleichstrommaschine** von C. Kinzbrunner, Ingenieur und Dozent für Elektrotechnik an der Municipal School of Technology in Manchester. Mit 78 Figuren. Nr. 257.
- Die elektrischen Meßinstrumente.** Darstellung der Wirkungsweise der gebräuchlichsten Meßinstrumente der Elektrotechnik und kurze Beschreibung ihres Aufbaues von J. Herrmann, Professor an der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. Mit 195 Figuren. Nr. 477.
- Ströme und Spannungen in Starkstromnetzen** von Diplom-Elektroing. Josef Herzog in Budapest und Prof. Feldmann in Delft. Mit 68 Figuren. Nr. 456.
- Das Fernsprechwesen** von Dr. Ludwig Rellstab in Berlin. Mit 47 Figuren und 1 Tafel. Nr. 155.
- Die elektrische Telegraphie** von Dr. Ludwig Rellstab. Mit 19 Figuren. Nr. 172.

16
Sammlung Göschen

L. 2794 I

Pumpen

Druckwasser- und Druckluft-Anlagen

Ein kurzer Überblick

Von

Dipl.-Ing. **Rudolf Vogdt**

Regierungsbaumeister

Oberlehrer a. d. Königl. Höheren Maschinenbauschule Aachen

Zweite, verbesserte Auflage

Mit 87 Figuren



Leipzig
G. J. Göschen'sche Verlagshandlung
1911

Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht,
von der Verlagshandlung vorbehalten.



Ins. 2006.

350721 L/1

Druck von Oscar Brandstetter in Leipzig.

2006 / 47

Inhaltsverzeichnis.

I. Abschnitt.

Die Förderung des Wassers und die technische Anwendung von Druckwasser.

	Seite
Einleitung	7

1. Kapitel.

Die Pumpen.

A. Kolbenpumpen.

a) Kolbenpumpen mit geradlinig bewegtem Kolben	12
§ 1. Hubpumpen	13
§ 2. Einfach wirkende Saug- und Druckpumpen	15
§ 3. Pumpendiagramme	18
§ 4. Doppelt wirkende Saug- und Druckpumpen	20
§ 5. Die Windkessel	24
§ 6. Ventile	28
§ 7. Differentialpumpen	39
§ 8. Schnell laufende oder Expreßpumpen	41
§ 9. Schwungradlose Pumpen	45
§ 10. Preßpumpen und Akkumulatoren	51
§ 11. Kettenschlamm-pumpen	55
b) Kolbenpumpen mit schwingendem Kolben.	
§ 12. Flügel-pumpen	56
c) Kolbenpumpen mit drehendem Kolben.	
§ 13. Kreiskolben-pumpen oder Kapsel-pumpen	58
B. Kolbenlose Pumpen.	
§ 14. Diaphragma-pumpen	60
§ 15. Zentrifugal-pumpen.	
a) Niederdruck-Zentrifugal-pumpen	63
β) Hochdruck-Zentrifugal-pumpen	66

	Seite
§ 16. Pulsometer	69
§ 17. Injektoren	71
a) Sicherheitsinjektor von Körting	74
β) Körtings Universal-Injektor	75
§ 18. Ejektoren	76
§ 19. Hydraulische Widder	77
§ 20. Hydropulsator	81
§ 21. Anwendung von Heberleitungen zur Entwässerung von Städten	85
§ 22. Humphrey-Pumpe	87

2. Kapitel.

Druckwasser-Anlagen.

§ 23. Durch Druckwasser betriebene Werkzeugmaschinen	90
a) Schmiedepressen	91
β) Hydraulische Nietmaschinen	93
γ) Preßverfahren von Huber	96
δ) Gesteinsbohrmaschine von Brandt	98
§ 24. Durch Druckwasser betriebene Hebemaschinen	102
a) Aufzüge	103
β) Krane	103

II. Abschnitt.

Die Förderung der Luft und die technische Anwendung der Druckluft.

1. Kapitel.

Maschinen zur Förderung und Kompression von Luft 104

§ 25. Exhaustoren	104
a) Blasrohr und Hilfsbläser an Lokomotiven	105
β) Schornstein-Ventilator von Körting	106
§ 26. Ventilatoren	106
a) Schrauben-Ventilatoren	106
β) Schleuder-Ventilatoren. Geisler Gruben-Venti- lator	107
§ 27. Gebläse	109
§ 28. Luftkompressoren	110

2. Kapitel

Anwendung des atmosphärischen Druckes.

- § 29. Pneumatischer Getreideheber 113

3. Kapitel.

Druckluft-Anlagen 117

- § 30. Druckluftwerkzeuge 117
§ 31. Westinghouse-Bremse 120
§ 32. Rohrpost 123
§ 33. Sandstrahlgebläse 129
§ 34. Wasserversorgung mit Druckluft 132
§ 35. Mammut-Pumpe 135
§ 36. Teppich- und Möbel-Reinigung durch Druckluft . . 138
-

Literatur.

Hartmann, Die Pumpen.

Haeder, Die Pumpen.

A. Dahme, Die Kolbenpumpe.

Ihering, Die Gebläse.

Riedler, Schnellbetrieb.

Hütte. Des Ingenieurs Taschenbuch.

Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure.

Deutsche Bauzeitung.

I. Abschnitt.

Die Förderung des Wassers und die technische Anwendung von Druckwasser.

Einleitung.

Der Druck der Atmosphäre ist bekanntlich unter mittleren Verhältnissen imstande, im Barometer einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe das Gleichgewicht zu halten. Würde man statt des Quecksilbers das leichtere Wasser verwenden, so würde die durch den äußeren Luftdruck in einem senkrechten luftleeren Rohre im Gleichgewicht gehaltene Flüssigkeitssäule im Mittel 10,33 m hoch sein. Bei einem Rohrquerschnitt von 1 qcm wäre dann das Gewicht dieser Wassersäule 1,033 kg gleich demjenigen Drucke, den die atmosphärische Luft auf eine Fläche von 1 qcm Größe ausübt. In technische Rechnungen setzt man den Druck einer Atmosphäre (1 at) abgerundet zu 1 kg/qcm ein.

Alle Pumpen nutzen nun zur Hebung und Förderung von Flüssigkeiten den Druck der Atmosphäre aus. Wenn nämlich bei dem sog. Saugen einer Pumpe in dem Pumpenkörper ein Unterdruck, d. h. ein Druck, der kleiner ist als der äußere Luftdruck, hergestellt wird, so drückt die Atmosphäre durch die Saugleitung der Pumpe das Wasser von unten her in den Pumpenkörper hinein.

In Fig. 1 ist das Schema einer Pumpe, ersetzt durch ein glattes langes Rohr, in dem ein dicht schließender Kolben nach aufwärts bewegt wird, dargestellt.

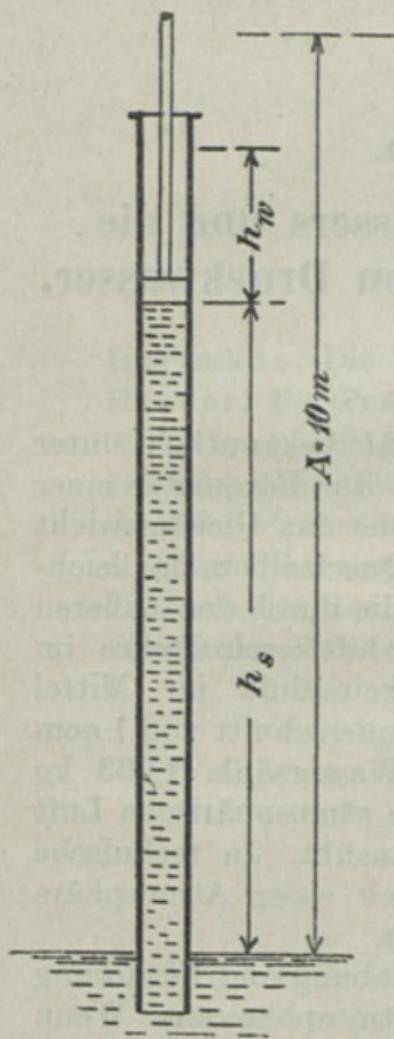


Fig. 1. Schema einer Pumpe.

In dem Brunnen, aus welchem die Pumpe saugt, befindet sich das Wasser annähernd in Ruhe. Es muß daher zunächst beschleunigt, d. h. hier angehoben werden, damit es die Geschwindigkeit des in der Saugleitung aufsteigenden Wassers annimmt. Nach dem dynamischen Grundgesetz

Kraft = Masse \times Beschleunigung

muß also ein Teil des atmosphärischen Druckes lediglich dazu verwandt werden, um das Wasser zunächst in Bewegung zu bringen. Der Bewegung des Wassers wirken hierbei Widerstände entgegen, die gleichfalls von dem äußeren Luftdruck überwunden werden müssen. Außer der zwischen dem fließenden Wasser und den inneren Rohrwandungen wirksamen Reibung treten weitere Widerstände auf, wenn der Wasserweg Richtungsänderungen

aufweist, also Rohrkrümmer in die Saugleitung eingebaut sind. Durch den Druck der getroffenen Rohrwandung werden die einzelnen Wasserteilchen in die

neue Richtung abgelenkt und gleichzeitig durcheinander gewirbelt. Hierdurch sind Energieverluste bedingt.

Der äußere Luftdruck hat demnach während der Saugens einer Pumpe außer der in der Hebung des Wassergewichtes um eine bestimmte Höhe bestehenden Nutzarbeit noch eine weitere Arbeit zu leisten dadurch, daß er die sämtlichen bei der Bewegung des Wassers durch die Saugleitung auftretenden Widerstände überwindet. Daraus folgt, daß die Saughöhe, die von einer arbeitenden Pumpe überwunden werden kann, kleiner ist als die Höhe einer ruhenden Wassersäule (10 m), die in einem luftleeren Rohre von der Atmosphäre im Gleichgewicht gehalten wird. Bei kurzen Saugleitungen und besten Ausführungen rechnet man die zulässige Saughöhe zu höchstens 8 m.

Hierzu kommt, daß Wasser, welches in einen luftverdünnten Raum hineinkommt, in diesem Dämpfe ausscheidet, deren Druck abhängig ist von der Temperatur des Wassers. Es ist also gar nicht möglich, wie vorher theoretisch angenommen war, den Druck „Null“ über dem angesaugten Wasser herzustellen. Kochendes Wasser von der Temperatur 100° C entwickelt bekanntlich Dämpfe vom Druck 1 at, kann also überhaupt nicht angesaugt werden, sondern muß der Pumpe zufließen. Bei warmem Wasser von geringerer Temperatur ist von dieser die erreichbare Saughöhe abhängig.

Falls der Kolben in Fig. 1 im Ruhezustande, z. B. um $h_s = 4$ m über dem Unterwasserspiegel sich befindet, so ist der zwischen dem oberen Wasserspiegel und dem Kolben wirksame Druck entsprechend der an der Höhe von 10 m fehlenden Wassersäule hier also

$$p = 0,6 \text{ at} = 0,6 \text{ kg/qcm.}$$

Die in der Fig. 1 mit h_w bezeichnete Höhe gibt die Widerstandshöhe an, d. h. die Höhe derjenigen Wassersäule, die den zur Überwindung aller in der Saugleitung enthaltenen Widerstände erforderlichen spezifischen Druck auf 1 qcm hervorzurufen imstande ist. Die Atmosphäre leistet demnach die gleiche Arbeit, wenn sie in einer widerstandslos gedachten Pumpe das Wasser um die Höhe $h_p + h_w$ hebt oder wenn sie in einer vorhandenen Pumpe die gleiche Wassermenge um die Saughöhe h_p hebt und gleichzeitig die sämtlichen in der Saugleitung vorhandenen Widerstände überwindet.

Für einen geraden Rohrstrang ist die Größe der Widerstandshöhe¹⁾ h_w abhängig von der Länge l der Leitung, dem benetzten Umfange u , dem Querschnitt F , der Wassergeschwindigkeit v aber unabhängig von der Seitenpressung und von der Neigung der Rohrleitung. Es ist zu rechnen nach der Formel:

$$h_w = \lambda \cdot l \cdot \frac{u}{F} \cdot \frac{v^2}{2g};$$

hierin ist

$$\lambda = 0,02 + \frac{0,0018}{\sqrt{v \cdot d}};$$

d ist der Rohrdurchmesser.

Alle Maße sind auf m bzw. qm bezogen.

Ebenso wie bei allen anderen technischen Rechnungen mit einer gewissen „Sicherheit“, d. h. mit einem Zuschlag gerechnet wird, so auch bei der Annahme resp. der Zulassung einer Saughöhe bei Pumpen. Es ist das schon deshalb nötig, weil die Widerstände sich mit dem Zustande der Leitung, Rosten oder Verschlammung, ändern

¹⁾ „Hütte“, 20. Aufl., Bd. I, S. 267—269.

und weil die Saughöhe von dem wechselnden Barometerstande abhängig ist. Aus dem Grunde muß die 1 at entsprechende Wassersäule A stets größer sein als Saughöhe und Widerstandshöhe zusammen.

$$h_s + h_w < A.$$

Die Saughöhe ist vom Unterwasserspiegel bis zum höchsten Punkte des Pumpenraumes, der stets vollständig mit Wasser gefüllt sein muß, zu rechnen.

Soll das Wasser, wie das meistens der Fall ist, bis über die Höhe des Pumpenkörpers hinaus gehoben werden, so geschieht das bei den Kolbenpumpen (siehe z. B. Fig. 3) durch die Druckwirkung des Kolbens, der das Wasser aus dem Pumpenkörper in die Steigleitung hineindrückt. Auch hier muß die von dem Kolben auf das Wasser ausgeübte Kraft Arbeit leisten, indem sie das Wassergewicht hebt, und ferner dadurch, daß sie die in der Druckleitung vorhandenen Widerstände überwindet. Die eigentliche vom Ausguß der Druckleitung resp. vom Oberwasserspiegel bis zum höchsten Punkte des Pumpenkörpers in m gemessene Druckhöhe wird auch hier durch die Widerstandshöhe vergrößert.

Unter der manometrischen Förderhöhe einer Pumpe versteht man die Summe von Saug- und Druck-Höhe und der gesamten der Leitung und Pumpe entsprechenden Widerstandshöhe.

Bezeichnet f die Größe des Leitungsquerschnittes an einer bestimmten Stelle in qdm und v die Wassergeschwindigkeit an dieser Stelle gemessen in dm/sk, so ist die in 1 sek hier durchfließende Wassermenge in l

$$Q = f \cdot v.$$

Unter der Voraussetzung, daß das durch die Leitung sich bewegende Wasser überall im ständigen Zusammen-

hang bleibt und die Leitung ganz ausfüllt, fließen durch alle Querschnitte derselben Leitung in gleichen Zeiten gleich große Wassermengen hindurch. Also gilt für irgend einen anderen Querschnitt die Bezeichnung

$$Q = f_1 \cdot v_1.$$

Es folgt dann das Verhältnis:

$$\frac{f_1}{f} = \frac{v}{v_1},$$

d. h. die Wassergeschwindigkeiten verhalten sich umgekehrt wie die Durchflußquerschnitte.

Die Pumpen lassen sich unterscheiden in Kolbenpumpen und kolbenlose Pumpen. Die ersteren sind verschieden je nach der Art der Kolbenbewegung, die eine geradlinig hin und her gehende, eine schwingende oder eine drehende sein kann. Bei den letzteren kann zur Förderung des Wassers aus der Pumpe hinaus entweder der Druck von Dampf oder Luft oder auch die lebendige Kraft von Dampf, Luft oder Wasser benützt werden.

Erstes Kapitel.

Die Pumpen.

A. Kolbenpumpen.

a) Kolbenpumpen mit geradlinig bewegtem Kolben.

Bei allen Kolbenpumpen bewegt sich ein Kolben in einem Gehäuse. Die meisten Bauarten besitzen einen Kolben, der sich wie derjenige einer Dampfmaschine geradlinig zwischen zwei Totlagen, d. h. Grenzlagen hin und her bewegt. Durch die Entfernung des Kolbens

vom Zylinderboden wird in dem Zwischenraum ein Unterdruck erzeugt. Wenn daher dieser Raum durch Öffnung eines Ventiles mit der Saugleitung verbunden wird, so tritt unter dem Einfluß des äußeren Luftdruckes Wasser hinein. Die Anordnung von Ventilen ist erforderlich, weil das Innere des Pumpenzylinders abwechselnd mit dem Saugrohr und dem Druckrohr verbunden oder von diesen getrennt sein muß.

§ 1. Hubpumpen.

Fig. 2 stellt eine sogenannte Hubpumpe dar, wie sie auf Baustellen viel zum Auspumpen von Baugruben

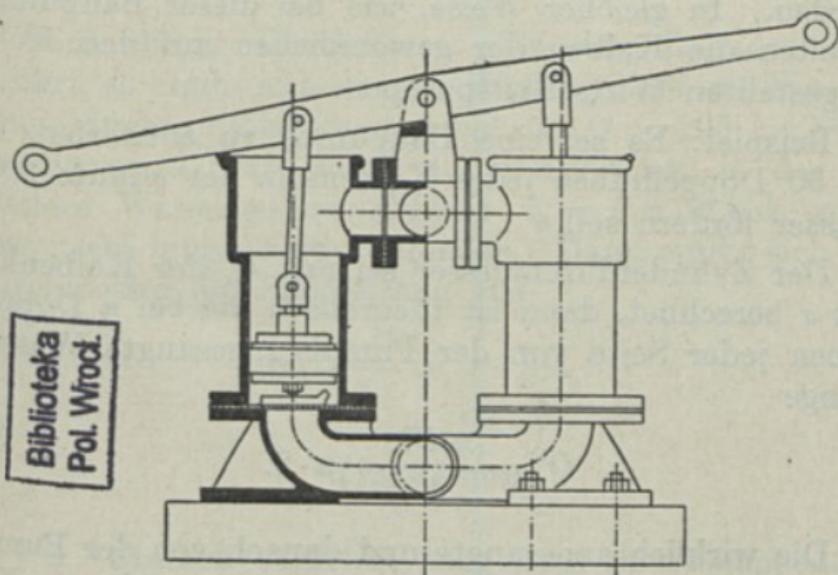


Fig. 2. Hubpumpe.

in Anwendung ist. Die Pumpe besitzt zwei Zylinder, die abwechselnd arbeiten. Das durch die untere Ventilklappe bei dem Aufgange des Kolbens eingetretene

Wasser tritt bei dem Niedergange des Kolbens durch ein im Kolben angeordnetes Ventil über diesen. Der Name der Pumpe ist davon gewählt, daß bei dem nächsten Hube dieses übergetretene Wasser durch den Kolben gehoben wird. Der Abfluß des geförderten Wassers erfolgt durch ein beiden Pumpenseiten gemeinsames Ausgußrohr. Der Ausguß des Wassers kann bei den Hubpumpen nur sehr wenig über dem oberen Kolben-Totpunkte erfolgen, da andernfalls das Wasser auch über den Rand des oben offenen Zylinders überfließen würde. Die Pumpe wird durch Menschenkraft mittels eines langen zweiarmigen Hebels angetrieben. Vor dem Beginne der Arbeit muß sie mit Wasser aufgefüllt werden. In gleicher Weise, wie bei dieser Baupumpe, arbeiten die Kolben der gewöhnlichen auf den Höfen aufgestellten Wirtschaftspumpen.

Beispiel: Es sei eine Baupumpe zu entwerfen, die bei 30 Doppelhüben jedes Kolbens in der Minute 200 l Wasser fördern soll.

Der Zylinderdurchmesser sei mit D , der Kolbenhub mit s berechnet, dann ist theoretisch die bei n Doppelhüben jeder Seite von der Pumpe angesaugte Wassermenge

$$Q' = \frac{\pi D^2}{4} \cdot s \cdot n \cdot 2.$$

Die wirklich angesaugte und danach von der Pumpe gehobene Wassermenge Q ist indes kleiner, da ein Teil des geförderten Wassers durch das Ventil vor dessen Schluß zurückfließt. Das Verhältnis

$$\frac{Q}{Q'} = \mu$$

nennt man den Lieferungsgrad oder auch den volumetrischen Wirkungsgrad der Pumpe. Es ist

$$Q = Q' \mu = \frac{\pi D^2}{4} \cdot s \cdot n \cdot 2 \cdot \mu.$$

Im vorliegenden Falle kann $\mu = 0,85$ angenommen werden. Werden D und s in dm eingesetzt, so ergibt sich Q in l.

Der Kolbenhub kann zu $s = 2$ dm angenommen werden, dann ergibt sich

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{Q}{s \cdot n \cdot 2 \cdot \mu} = 1,96 \text{ qdm},$$

$$D \simeq 1,6 \text{ dm}.$$

Wird dieser Durchmesser für den Zylinder ausgeführt, so ergibt sich die pro Minute geförderte Wassermenge etwas größer als verlangt, zu $Q = 205$ l. Diese Wassermenge muß durch die Saugleitung, in der die mittlere Wassergeschwindigkeit $v_s = 0,5$ m/sek zugelassen sein möge, hindurchfließen. Dann ergibt sich der Durchmesser der Saugleitung aus

$$60 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot v_s = 205 \text{ l}$$

zu

$$d \simeq 94 \text{ mm}.$$

§ 2. Einfach wirkende Saug- und Druckpumpen.

Soll durch eine Pumpe das Wasser höher als bis zum oberen Rande des Pumpenzylinders gehoben werden, so ist dieser oben abzuschließen und der Kolben oder dessen Stange durch eine Stopfbüchse aus dem Pumpenraume hinauszuführen. Vom Zylinder führt dann ein

Druck- oder Steigrohr nach dem oberen Wasserbehälter. Dorthin wird das Wasser durch den Druck des Kolbens, der es aus dem Zylinder hinausdrängt, getrieben.

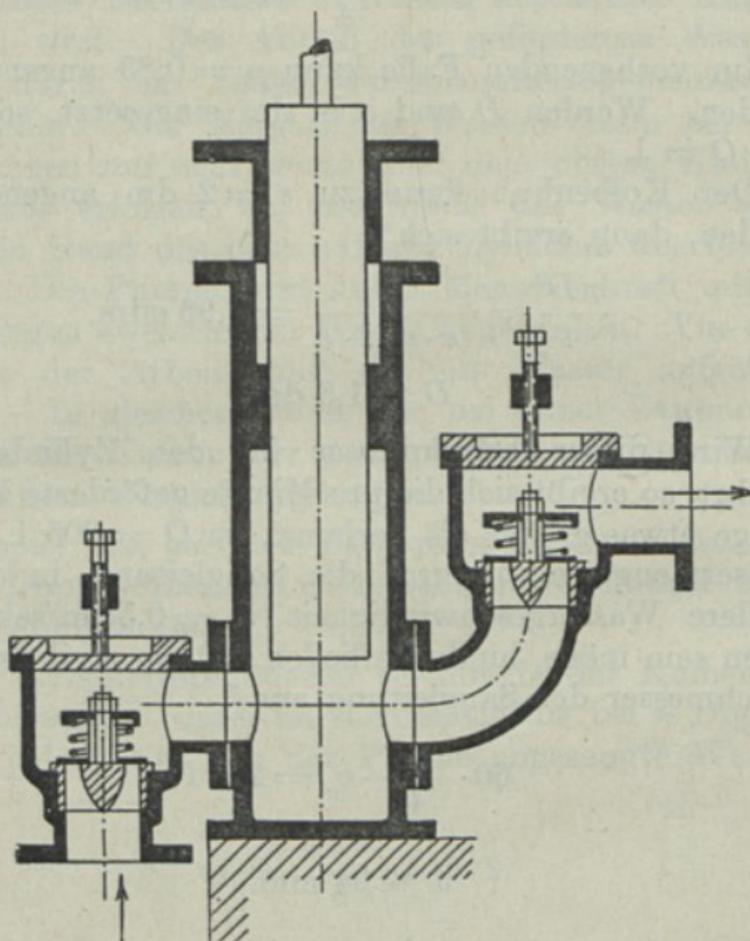


Fig. 3. Einfach wirkende Pumpe.

Die Fig. 3 stellt eine einfach wirkende Saug- und Druckpumpe dar. Sie besitzt einen Plungerkolben, d. h. einen langen hohlen Kolben, der nur in der oberen Stopfbüchse dicht geführt ist, im übrigen aber an dem

Pumpenkörper nicht anliegt. Das ergibt den Vorteil, daß dieser in seinem Inneren nicht wie ein Dampfzylinder ausgebohrt zu sein braucht. Da ferner die den Kolben antreibende Schubstange am Kolbenboden angeschlossen ist, so ergibt sich eine geringe Bauhöhe der Pumpe, d. h. die Entfernung zwischen Kurbelwelle und Pumpe kann gering sein. Die Ventile sind in besonderen neben dem Zylinder angeordneten Ventilkästen leicht zugänglich untergebracht. Die Pumpe heißt einfach wirkend, weil nur eine Seite des Kolbens, der bei seinem Aufgange nur saugt, bei seinem Niedergange nur drückt, arbeitet.

Die Drücke im Inneren des Pumpenzylinders wechseln zwischen einem der Saughöhe entsprechenden Unterdruck und einem von der Druckhöhe, d. h. dem Höhenunterschiede zwischen Oberwasserspiegel und Zylinder abhängigen Überdruck. Ebenso wie die Spannungswechsel im Inneren eines Dampfzylinders und damit die Arbeit einer Dampfmaschine durch Indikatorgramme geprüft werden können, so kann das auch bei einer Pumpe geschehen.

Beispiel: Eine einfach wirkende Saug- und Druckpumpe hat den Plungerdurchmesser $D = 130$ mm, den Hub $s = 130$ mm. Die Umdrehungszahl der antreibenden Kurbelwelle pro Minute ist $n = 43$. Der Lieferungsgrad ist $\mu = 0,95$.

Die pro Minute geförderte Wassermenge ist

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot s \cdot n \cdot \mu \simeq 70 \text{ l/min.}$$

Die größte Geschwindigkeit des Pumpenkolbens ist

$$c_{\max} = \frac{\pi \cdot s \cdot n}{60} = 0,29 \text{ m/sk.}$$

Wenn die größte Wassergeschwindigkeit in der Saugleitung $v_s = 0,5$ m/sek betragen soll und F den Kolbenquerschnitt, f_s den Saugrohrquerschnitt bezeichnet, so gilt

$$\frac{F}{f_s} = \frac{0,5}{0,29}$$

und $f_s = F \cdot 0,29 \cong 77$ qcm als erforderlich. Der Saugrohrdurchmesser ist gewählt:

$$d_s = 100 \text{ mm.}$$

Für eine größte Wassergeschwindigkeit $v_d = 0,70$ m/sek in der Druckleitung ergibt sich für diese ein erforderlicher Querschnitt:

$$f_s \cong 55 \text{ qcm.}$$

Gewählt werde der Durchmesser

$$d_d = 85 \text{ mm.}$$

Die erforderliche Antriebsarbeit in PS würde betragen

$$N_e = \frac{Q (h_s + h_w + h_d + h)}{60 \cdot 75 \cdot \eta};$$

η ist der mechanische Wirkungsgrad der Pumpe,
 h ist die Widerstandshöhe der Druckleitung.

§ 3. Pumpendiagramme.

Das theoretische Pumpendiagramm ist ein einfaches Rechteck. Die Linie AA ist die sogenannte atmosphärische Linie, die Linie OO ist die Null-Linie. Beginnt der Kolben im Totpunkte I seinen Weg, so tritt im Zylinder Saugspannung ein, bei gleichbleibendem Druck tritt durch das geöffnete Saugventil Wasser in den Zylinder ein. Die Saugspannung muß um so geringer sein, je größer die gleichzeitig der Saugleitung entsprechende Widerstandshöhe ist. Die Ordinate h_s entspricht der

Saughöhe, h_w der Widerstandshöhe der Saugleitung. Daher ergibt die Ordinate s den bei der Saugwirkung auf die Rückseite des Kolbens wirkenden Druck. Alle Ordinaten sind gemessen in kg pro qcm Kolbenfläche und in einem der Indikatorfeder entsprechenden Maßstabe aufgetragen. Bei der Umkehr des Kolbens im

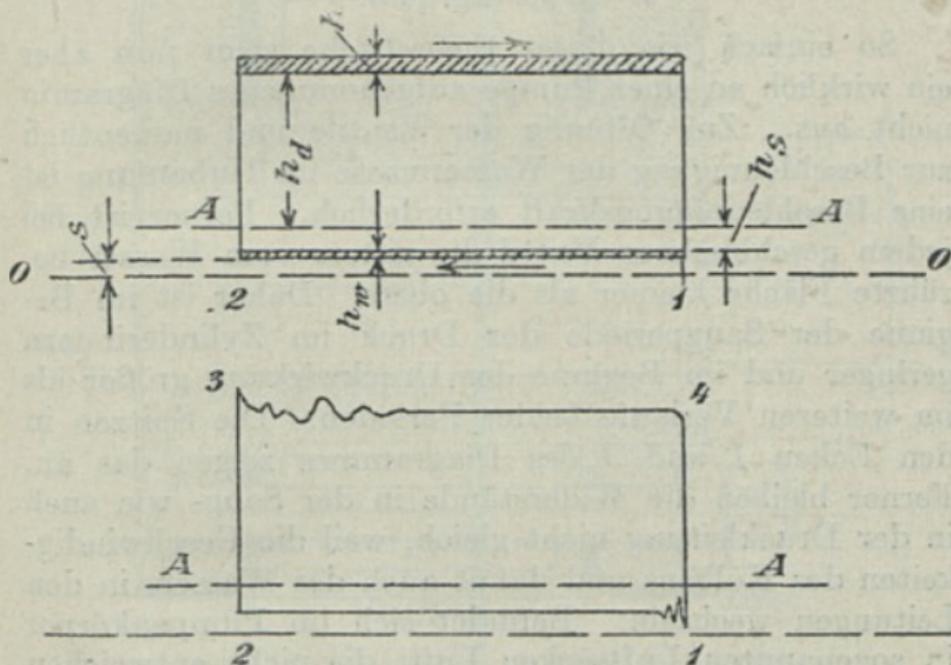


Fig. 4 u. 5. Pumpendiagramme.

Totpunkte 2 steigt der Druck im Zylinderinnern bis zum Überdruck $h_d + h_w$, welcher der Summe der Druckhöhe und der Widerstandshöhe der Druckleitung entspricht. Diese Spannung bleibt in gleicher Größe bestehen bis zum Abschluß des Druckventiles und zur Öffnung des Saugventiles.

Beispiel: Eine Pumpe habe 6 m hoch zu saugen

und 40 m hoch zu drücken. Die Widerstandshöhen seien 0,3 m und 5 m. Dann würden für das theoretische Diagramm die Werte gelten:

$$h_s = 0,6 \text{ kg/qcm,}$$

$$h_w = 0,03 \text{ kg/qcm,}$$

$$h_d = 4 \text{ kg/qcm,}$$

$$h' = 0,5 \text{ kg/qcm.}$$

So einfach wie dieses theoretische sieht nun aber ein wirklich an einer Pumpe aufgenommenes Diagramm nicht aus. Zur Öffnung der Ventile und namentlich zur Beschleunigung der Wassermasse im Hubanfang ist eine Beschleunigungskraft erforderlich. Ferner ist bei jedem geschlossenen Ventil die untere vom Wasser berührte Fläche kleiner als die obere. Daher ist im Beginne der Saugperiode der Druck im Zylinderinnern geringer und im Beginne der Druckwirkung größer als im weiteren Verlaufe beider Perioden. Die Spitzen in den Ecken 1 und 3 des Diagrammes zeigen das an. Ferner bleiben die Widerstände in der Saug- wie auch in der Druckleitung nicht gleich, weil die Geschwindigkeiten des Kolbens und damit auch des Wassers in den Leitungen wechseln. Befindet sich im Pumpenkörper in sogenannten Luftsäcken Luft, die nicht entweichen kann, so treten an den Hubenden die Druckwechsel entsprechend der Expansion und Kompression der Luft allmählich auf. Die von der Pumpe geförderte Wassermenge ist dann kleiner als die dem Hubvolumen (Kolbenquerschnitt \times Hub) entsprechende.

§ 4. Doppelt wirkende Saug- und Druckpumpen.

Doppelt wirkende Pumpen sind solche, bei denen beide Seiten des Kolbens abwechselnd saugen und drücken.

Mit Scheibenkolben.

Die Scheibenkolben der Pumpen sind ähnlich denen der Dampfmaschinen durch federnde Ringe oder durch Lederstulpen gegen das Innere des Zylinders, der ausgebohrt sein muß, abgedichtet.

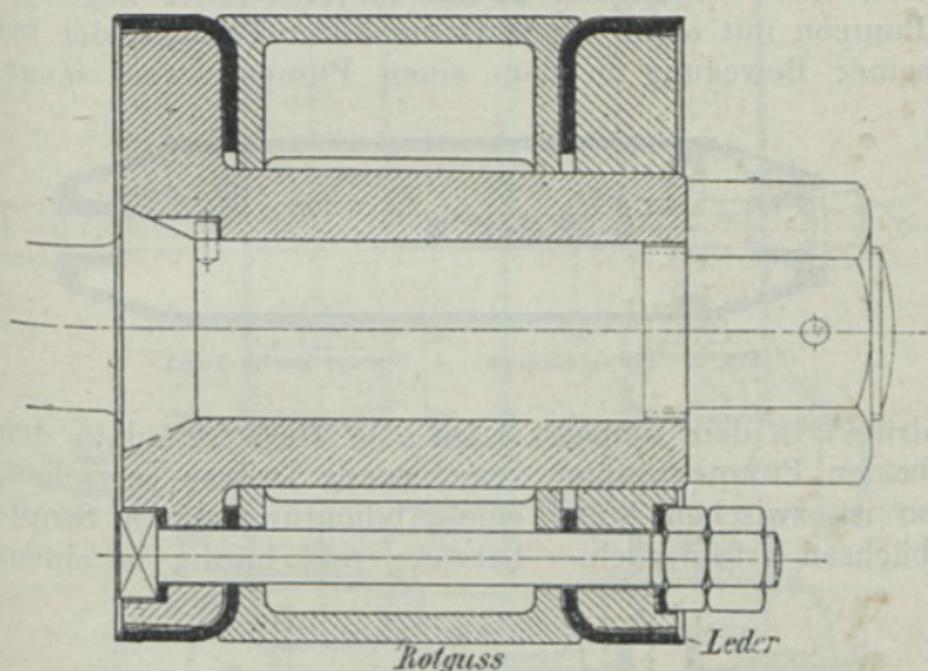


Fig. 6. Scheibenkolben. A. Borsig, Berlin-Tegel.

Der durch Fig. 6 angegebene Kolben ist für eine Schmutzwasserpumpe bestimmt. Die dichtenden Stulpen haben hier den weiteren Zweck, Unreinigkeiten aus dem Pumpenzylinder herauszustreifen, damit sie nicht unter den Rotguß-Tragkörper des Kolbens gelangen.

Bei Anwendung der Scheibenkolben ergibt sich eine geringere Baulänge der Pumpe und eine Ersparnis an Stopfbüchsen gegenüber den Doppelplungerpumpen.

Wegen der erforderlichen Bearbeitung des Zylinderinnern werden Scheibenkolben für größere Pumpen nicht angewandt.

Mit Plungerkolben.

Die doppelt wirkenden Pumpen mit Plungerkolben sind eine Vereinigung zweier hintereinander liegender Pumpen mit einfacher Wirkung. Der Plunger, der bei seiner Bewegung in dem einen Pumpenraume saugt,

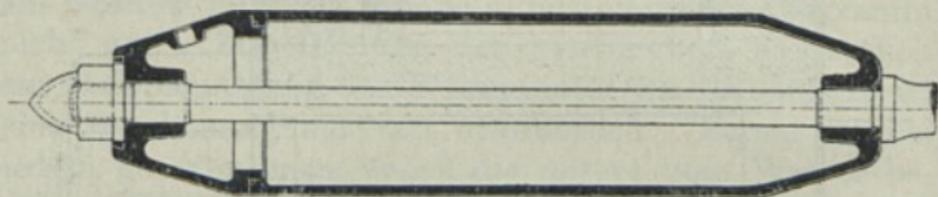


Fig. 7. Plungerkolben. A. Borsig, Berlin-Tegel.

drückt in dem anderen. Da also abwechselnd in den beiden Pumpenräumen verschiedene Drücke herrschen, so ist zwischen ihnen eine Abdichtung durch Stopfbüchsen erforderlich. Letztere sind häufig in einem

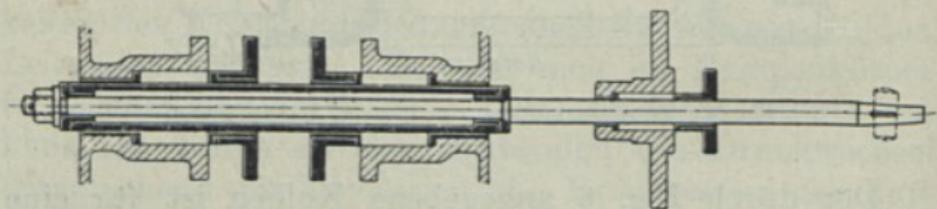


Fig. 8. Plungerkolben mit Stopfbüchsen. A. L. G. Dehne, Halle a. S.

mit Wasser gefüllten Topfe angeordnet. Das ergibt den Vorteil, daß die Pumpe bei eintretender Undichtigkeit der Stopfbüchse nicht Luft, sondern Wasser aus dem Topfe aufsaugt, das Vakuum der Pumpe also nicht verschlechtert wird. Die Anordnung der doppelt wirkenden

Plungerpumpen erfordert vier Ventile: für jede Seite ein Saug- und ein Druckventil. Die Ventile sind hier,

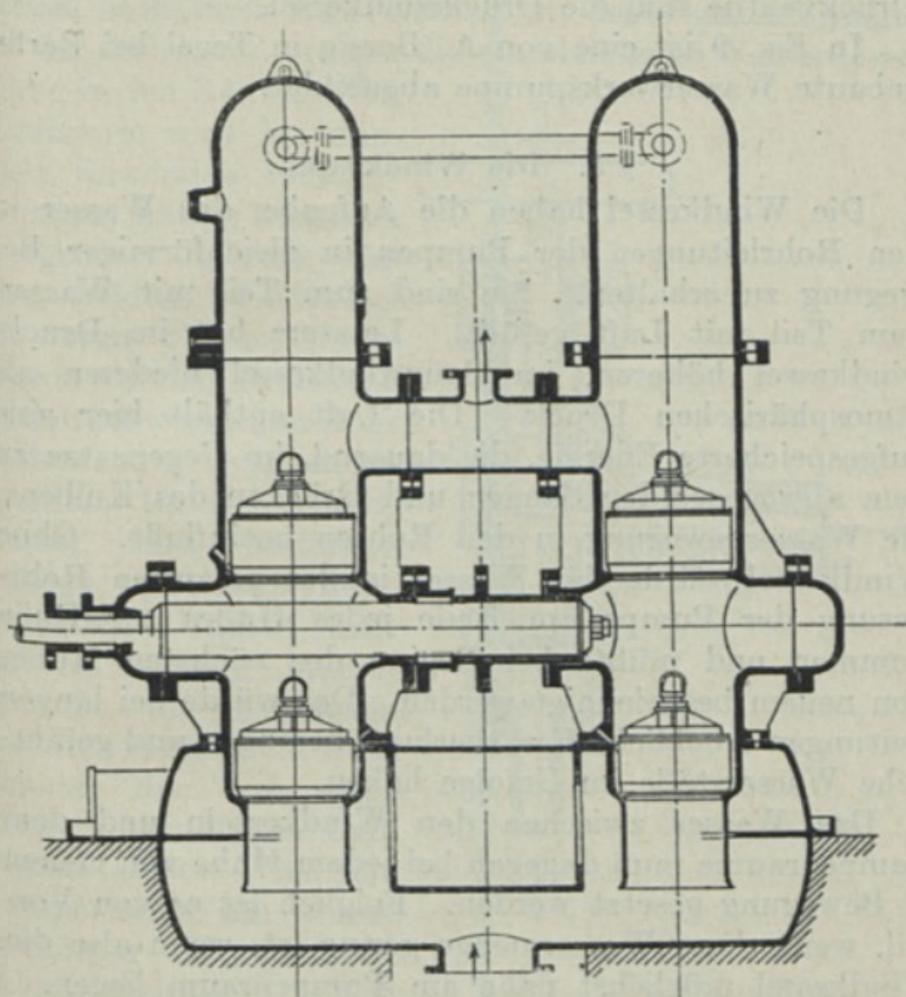


Fig. 9. Wasserwerkspumpe. A. Borsig, Berlin-Tegel.

da es sich stets um Pumpen größerer Leistung handelt, Ring- oder Gruppenventile¹⁾. Der ganze Bau der Pumpe

¹⁾ Siehe Seite 31.

ruht auf einem großen, gußeisernen Kasten, dem sogenannten Saugwindkessel, die Zylinder oberhalb der Druckventile sind die Druckwindkessel.

In Fig. 9 ist eine von A. Borsig in Tegel bei Berlin gebaute Wasserwerkspumpe abgebildet.

§ 5. Die Windkessel.

Die Windkessel haben die Aufgabe, das Wasser in den Rohrleitungen der Pumpen in gleichförmiger Bewegung zu erhalten. Sie sind zum Teil mit Wasser, zum Teil mit Luft gefüllt. Letztere hat im Druckwindkessel höheren, im Saugwindkessel niederen als atmosphärischen Druck. Die Luft enthält hier eine aufgespeicherte Energie, die dauernd, im Gegensatze zu dem abwechselnden Saugen und Drücken des Kolbens, die Wasserbewegung in den Rohren beeinflusst. Ohne Windkessel würde das Wasser in der gesamten Rohrleitung der Pumpe am Ende jedes Hubes zur Ruhe kommen und müßte bei Beginn des nächsten Hubes von neuem beschleunigt werden. Das würde bei langen Leitungen erhebliche Kraftverluste bedingen und gefährliche Wasserstöße im Gefolge haben.

Das Wasser zwischen den Windkesseln und dem Pumpenraume muß dagegen bei jedem Hube von neuem in Bewegung gesetzt werden. Folglich ist es von Vorteil, wenn diese Wassermenge gering ist, wenn also die Windkessel möglichst nahe am Pumpenraum liegen.

Die erforderliche Größe des Luftinhaltes der Windkessel wird verschieden, gleich dem 10—20 fachen Hubvolumen der Pumpe angegeben. Sie bedingt die Größe der Druckschwankungen, die in dem betreffenden Windkessel zugelassen werden sollen. Jede in den Windkessel neu eintretende Wassermenge verkleinert

vorübergehend das Luftvolumen und erhöht daher den Luftdruck in diesem. Je größer also das im Windkessel enthaltene Luftvolumen ist, desto gleichförmiger ist der Druck und die von diesem abhängige Wasserbewegung in den Rohren. Der Luftraum wird bei doppelt wirkenden Plungerpumpen häufig künstlich vergrößert dadurch, daß die beiden Windkessel in ihren oberen Teilen durch ein den Druckausgleich bezweckendes Rohr miteinander verbunden werden. Im Druckwindkessel wird beständig infolge des dort herrschenden Druckes Luft in das Wasser hineingepreßt, die Luftmenge dadurch vermindert. Zum Ersatze der auf diese Weise verbrauchten Luft dienen eine Windfüllpumpe oder am Pumpenkörper angebrachte Schnüffelventile. Die Fig. 10 zeigt ein von der

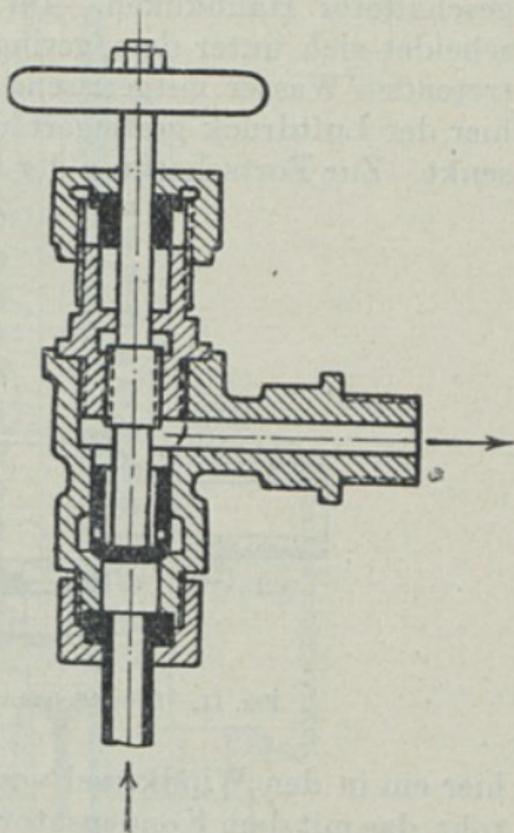


Fig. 10.
Schnüffelventil von Ehrhardt & Sehmer.

Maschinenfabrik Ehrhardt & Sehmer in Schleifmühle-Saarbrücken aus geführtes Schnüffelventil. Es ist am höchsten Punkte des Pumpenkörpers unterhalb des Druckventils angebracht zu denken. Durch Handrad und Schraubenspindel ist der Hub des Ventiles zu regeln oder

dieses ganz abzusperren. Die angesaugte Luft nimmt den durch die Pfeile angegebenen Weg. Bei dem in Fig. 11 wiedergegebenen Schnüffelventil von A. Borsig erfolgt die Regelung des Lufteintrittes durch ein in den Luftweg eingeschaltetes Hahnküken. Im Saugwindkessel dagegen scheidet sich unter dem geringen Drucke von dem eintretenden Wasser mitgerissene Luft aus. Dadurch wird hier der Luftdruck gesteigert und der Wasserspiegel gesenkt. Zur Fortschaffung der überschüssigen Luft dient

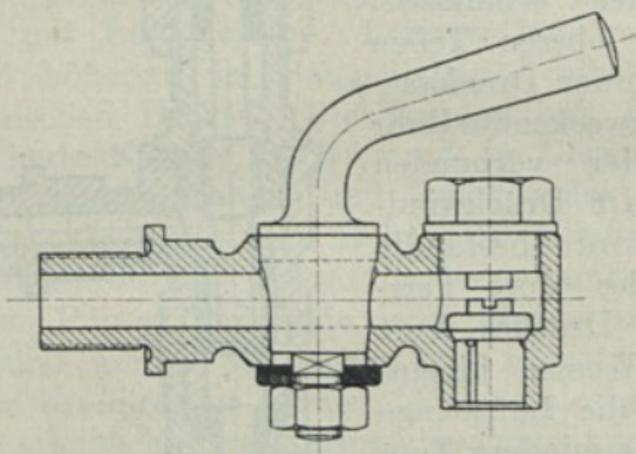


Fig. 11. Schnüffelventil von A. Borsig.

hier ein in den Windkessel von oben eingeführtes Saugrohr, das mit dem Kondensator der antreibenden Dampfmaschine verbunden sein kann. Derselbe Zweck wird erreicht durch Löcher in der Wand des Saugstutzens etwas über dessen unterer Mündung. (Siehe Fig. 27.) Gewöhnlich sind diese Löcher vom Wasser bedeckt. Wenn aber überschüssige Luft in den Saugwindkessel eingedrungen ist, so wird hier der Wasserspiegel gesenkt, so daß durch die Löcher im Saugstutzen von der Pumpe selbst der Luftüberschuß abgesaugt werden kann. Am Saugwind-

kessel ist ferner eine Belüftungsvorrichtung und am Druckwindkessel ein Sicherheitsventil erforderlich. Das Sicherheitsventil von Erhardt & Sehmer (Fig. 12) ist

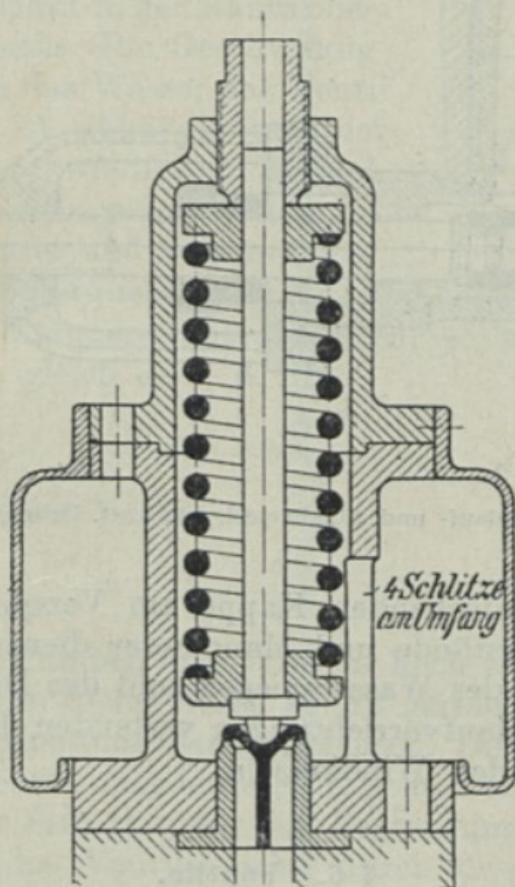
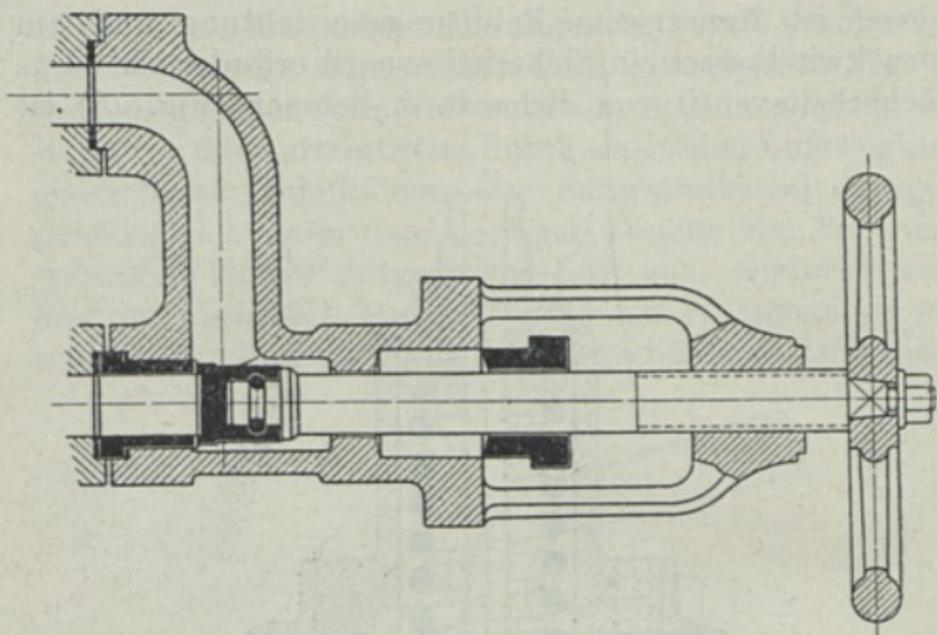


Fig. 12.

Sicherheitsventil von Ehrhardt & Sehmer.

durch eine Schraubenfeder belastet, deren Spannung sich mittels einer Stellschraube regeln läßt. Öffnet das Ventil, so tritt das Wasser durch 4 im Gehäuse angebrachte Schlitze nach außen, wird aber von einer das



F.g. 13. Umlauf- und Ablassventil. A. L. G. Dehne, Halle a. S.

Gehäuse überdeckenden Kappe am Verspritzen gehindert. Wasserstände und Manometer dienen ferner zur Beobachtung des Wasserspiegels und des Druckes. Absperrbare Umlaufvorrichtungen verbinden den Pumpenraum mit beiden Windkesseln.

§ 6. Ventile.

Zur Regelung des Wasserdurchflusses durch eine Pumpe dienen Ventile, die den Pumpenraum abwechselnd von der Saug- oder Druckleitung trennen oder mit einer von beiden verbinden. Die für kleine Pumpen am meisten angewandten Ventile sind die Tellerventile (Fig. 14). Das dem Ventile von unten her zufließende Wasser stößt gegen den Ventilteller, hebt diesen um den Betrag s und

fließt dann durch den zwischen Ventil und Sitz vorhandenen Ringraum nach allen Seiten nahezu rechtwinklig abgelenkt in den Raum oberhalb des Ventils. Die Geschwindigkeit, mit der das Wasser das Ventil durchfließt, ist abhängig von der jeweiligen Geschwindigkeit des Kolbens. Würde man zwischen dem gehobenen Ventile und seinem Sitze, d. h. in dem Spaltquerschnitt, keine höhere Geschwindigkeit als im Sitzquerschnitt zulassen, so müßten beide Querschnitte gleich sein, d. h.

$$\pi \cdot d \cdot s = \frac{\pi d^2}{4};$$

das ergäbe einen Ventilhub

$$s = \frac{d}{4},$$

der für große Pumpen unausführbar hoch wäre. Andernfalls würden an dieser Stelle bei zu geringem Hube die Durchflußwiderstände stark anwachsen. Die in der Fig. 14 unter dem Ventile angedeuteten Rippen dienen zu dessen Führung, der Stift darüber zur Begrenzung des Hubes. Der Schluß des Ventiles wird durch dessen Gewicht (Übergewicht im Wasser) und durch den Rückstau des Wassers darüber bewerkstelligt. Da das Ventil bei der Umkehr des Kolbens noch nicht abgeschlossen hat, so fließt ein Teil des bereits übergetretenen Wassers wieder zurück. In Fig. 15 und 16 sind Tellerventile mit oberer Stiftführung angegeben. Der Ventilteller ist bei dem ersteren aus Gummi. Beide Ventile haben zur Erzielung schnellen Ventilschlusses Federbelastung.

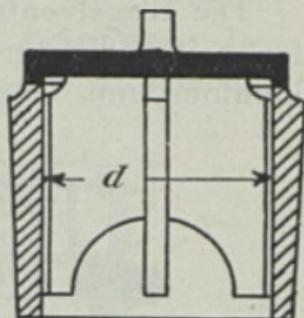


Fig. 14. Tellerventil.

Die Kugelventile haben den Vorzug besonderer Einfachheit und guter Auswechselbarkeit. Bei Feuerspritzen kommen mit Gummi bezogene Metallkugelventile zur Anwendung. Bei Pumpen, welche dickflüssige Stoffe wie Papierstoff, Maische usw. zu fördern haben, sind Kugelventile wegen ihrer Form und ihres Gewichtes von Vorteil.

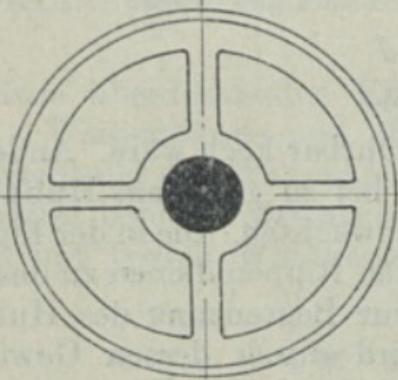
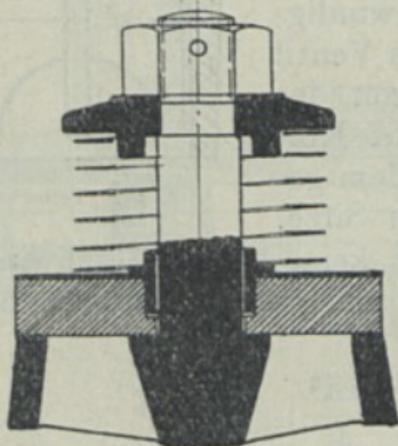


Fig. 15. Tellerventil.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Fußventile haben die Aufgabe, bei längerem Stillstande der Pumpe das Leerlaufen der Saugleitung zu verhindern. Außerdem gestatten sie, bevor die Pumpe in Betrieb genommen wird, die Saugleitung mit Wasser aufzufüllen. Der das Fußventil umgebende Saugkorb soll Unreinigkeiten von der Saugleitung abhalten. Bei dem in Fig. 17 wiedergegebenen Fußventil kann

dieses durch einen Hebel von oben her geöffnet und so die Leitung entleert werden.

Um bei einem großen Durchflußquerschnitt zwischen Ventil und Sitz mit einem geringen Ventilhub auszu-

kommen, hat man Ringventile ausgeführt, die aus einem oder mehreren konzentrischen Ringen bestehen. Das Wasser fließt hier bei jedem Ringe an dessen Außen- und Innenseite nach oben hin ab. Der Durchflußquerschnitt im Sitz ist nach Fig. 18.

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2).$$

Hiervon ist bei ausgeführten Ventilen der von Rippen eingenommene Querschnitt abzuziehen.

Der Spaltquerschnitt ist

$$\pi \cdot s (D + d).$$

Unter der Forderung, daß beide Querschnitte gleich sein sollen, ergibt sich der erforderliche Ventilhub

$$s = \frac{D - d}{4}.$$

Zur Beschleunigung des Ventilschlusses dient

eine über dem Ventile angebrachte Feder. Diese ist bei dem Ringventil nach Fig. 19 eine Schraubenfeder aus Messing, bei der Ausführung nach Fig. 20 eine Rohrgummifeder. Bei dem letzteren Ventil bestehen die einzelnen Ventilringe aus Hartgummi.

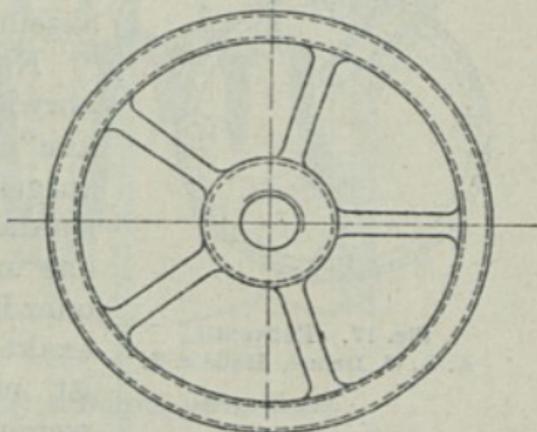
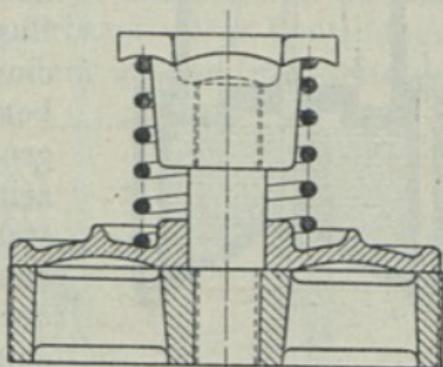


Fig. 16.
Tellerventil. Otto Schwade & Co., Erfurt.

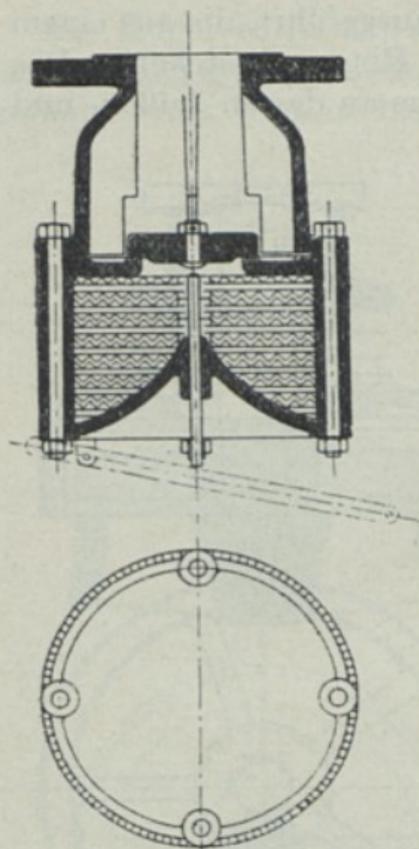


Fig. 17. Fußventil.
A. L. G. Dehne, Halle a. S.

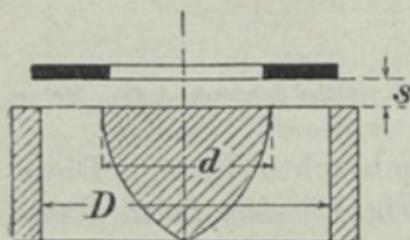


Fig. 18.
Schema eines Ringventiles.

Bei den gesteuerten Ventilen erfolgt die Öffnung wie bei anderen selbsttätig, der Schluß aber unter dem Einflusse einer von oben auf sie einwirkenden Steuerung. Sie bezwecken die Vereinigung von großem Ventilhub und rechtzeitig, d. h. nahe der Totstellung des Kolbens erfolgendem Schlusse. Über den Wert der von Riedler in die Praxis eingeführten gesteuerten Ventile gehen die Meinungen sehr auseinander.

Neuerdings werden vielmehr vorwiegend sogenannte „masselose“ federbelastete Ventile ausgeführt. Ein Beispiel hierfür ist das Corliß-Ventil (s. Fig. 3), das aus einem leichten Stahl- oder Rotgußringe besteht. Eine exakte Führung des Ventiles ist nicht vorhanden, ebenso wenig eine Hubbegrenzung. Die geringe Masse des Ventiles vermindert die Stoßwirkung bei dessen Auftreffen auf den Sitz. Für große Pumpen werden die Corliß-Ventile, die nur mit kleinen Durchmessern ausgeführt werden, in Gruppen nebenein-

ander angeordnet. Sie haben sich überall bestens bewährt.

Bei dem in Fig. 21 wiedergegebenen leichten Ringventil von A. Borsig besteht der Ventilring aus Messing, die Belastungsfeder aus Kupferband. Der Ventilfänger ist innen durchbrochen, um dem an der Innenseite des

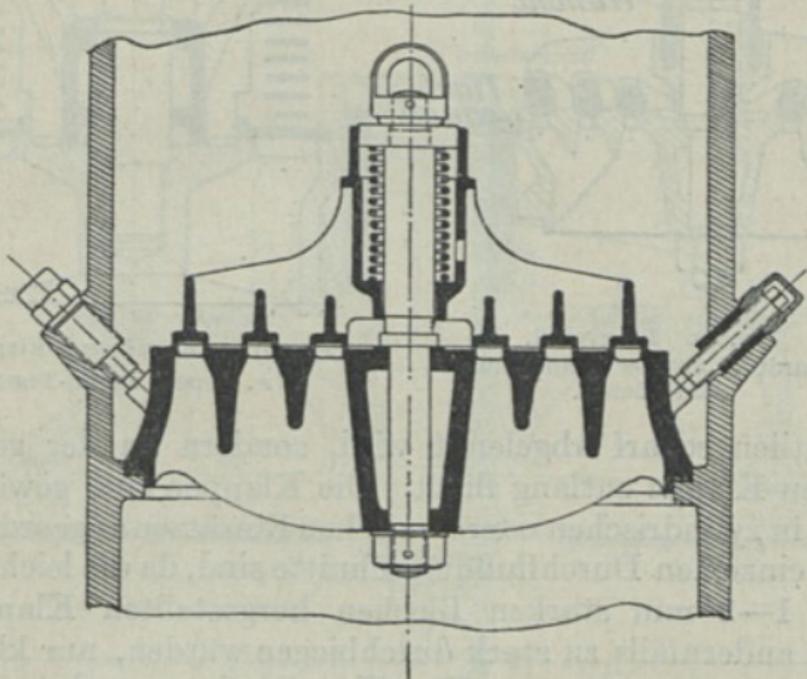


Fig. 19. Ringventil. A. Borsig, Berlin-Tegel.

Ventilringes durchfließenden Wasser guten Abfluß zu verschaffen.

Ein anderes „masseloses“ Ventil, das mit ganz erstaunlicher Einfachheit eine Reihe der besten Eigenschaften verbindet, ist das Klappenventil von Gutermuth (Fig. 22). Ventil und Belastungsfeder bestehen hier aus einem Stück Tombak- oder Stahlblech, das an seinem

einen Ende spiralig gewickelt ist und mit einem Winkel in einen Schlitz seiner Drehachse eingreift. Der Durchgangswiderstand für das durchfließende Wasser ist hier außerordentlich gering, da dieses nicht wie bei anderen

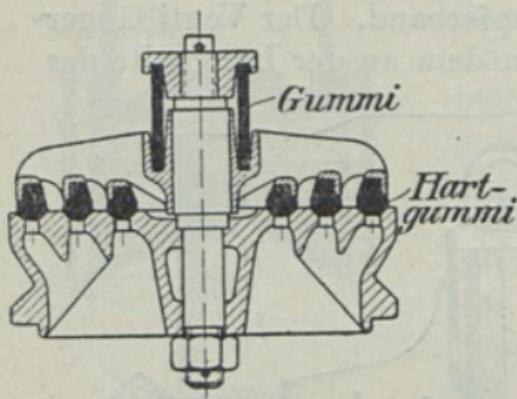


Fig. 20. Ringventil.
Ehrhardt & Sehmer, Schleifmühle-Saarbrücken.

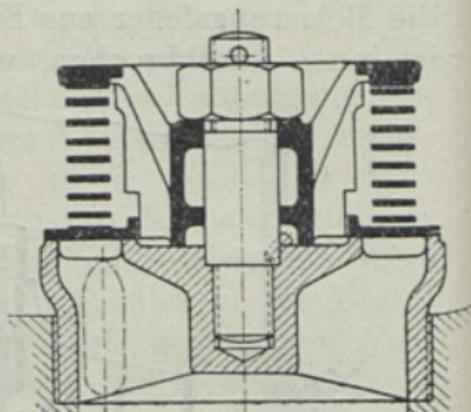


Fig. 21. „Masseloses“ Ringventil.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Ventilen scharf abgelenkt wird, sondern an der geöffneten Klappe entlang fließt. Die Klappen sind gewöhnlich in zylindrischen oder konischen Einsätzen angeordnet. Die einzelnen Durchflußquerschnitte sind, da die leichten, aus 1—2 mm starken Blechen hergestellten Klappen sich andernfalls zu stark durchbiegen würden, nur klein.

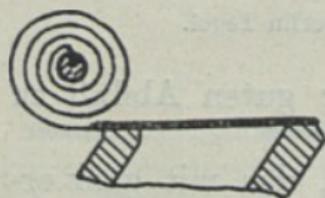


Fig. 22. Klappe
nach Guter-muth.

Für Kanalisations- und andere Schmutzwasserpumpen sind große, mit Gummi oder Leder gedichtete eiserne Klappenventile gebräuchlich. Sie ergeben den für den genannten Zweck sehr wichtigen Vorteil eines großen, von Rippen freien Durchflußquerschnittes. Die weiche

Unterseite der Klappe dichtet ferner auch bei unsauberem Sitze gut ab.

Für die Förderung von sandhaltigem Wasser ist weiches Material, Leder oder Gummi, das auch kleine auf dem Sitze abgelagerte Unreinigkeiten überdeckt, von Vorteil. Bei dem für eine elektrisch angetriebene Senkpumpe bestimmten Ringventil Fig. 23 ist nach Fernis Dichtungs- und Druckfläche voneinander getrennt.

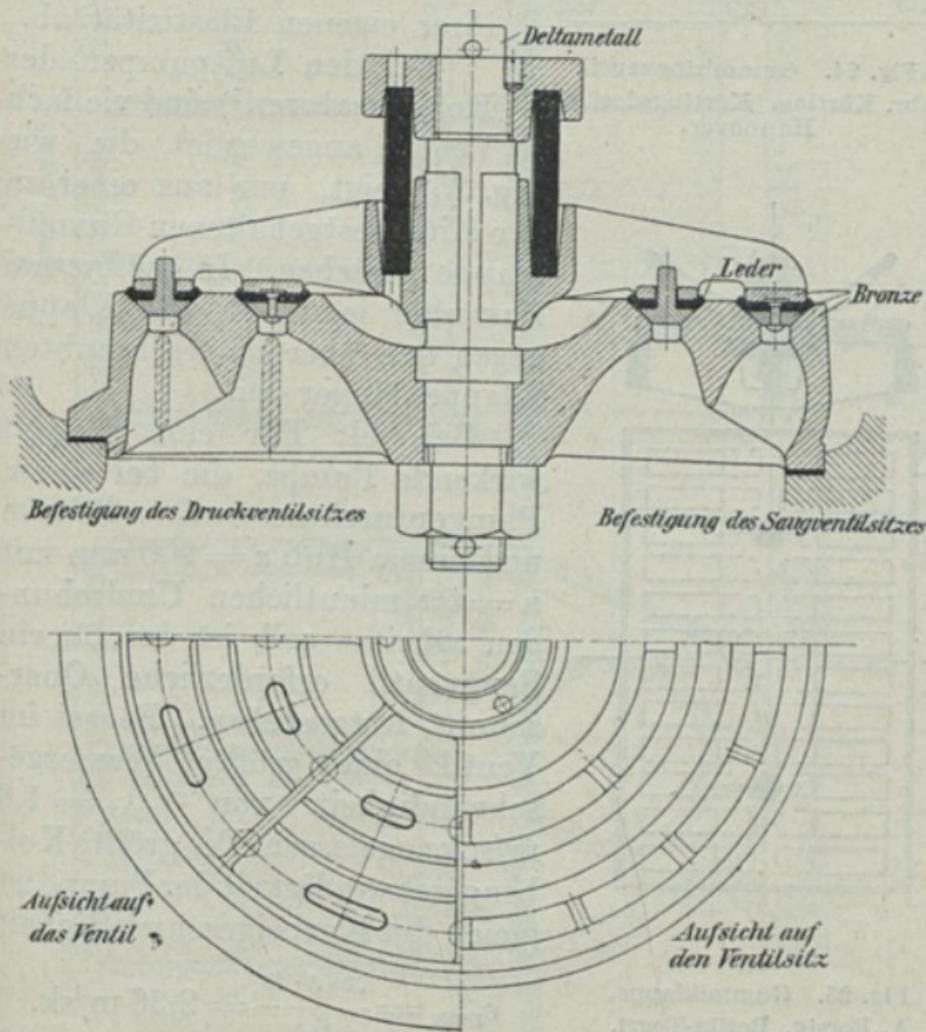


Fig. 23. Ringventil. Otto Schwade, Erfurt.

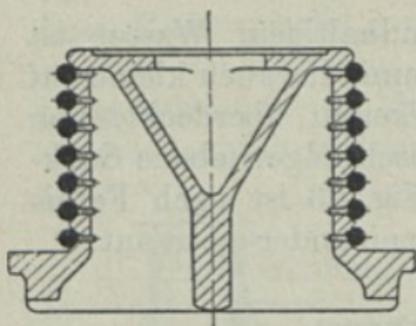


Fig. 24. Gummiringventil.
Gebr. Körting, Körtingsdorf bei
Hannover.

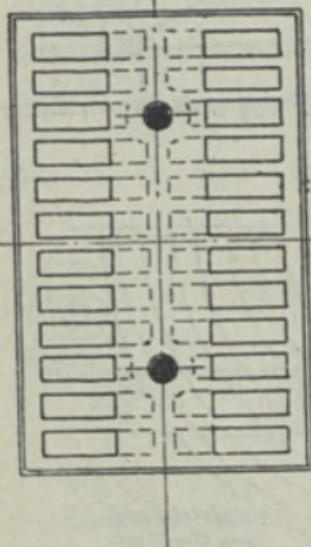
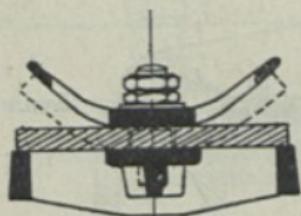


Fig. 25. Gummiklappe.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

Gleichfalls für sandhaltiges Wasser bewährt ist das in Fig. 24 abgebildete Gummiringventil von Gebr. Körting. Die einzelnen Gummiringe öffnen hierbei radial nach außen und schließen mittels ihrer eigenen Elastizität ab.

Bei den Luftpumpen der Kondensatoren¹⁾ sind vielfach Ventile angewendet, die, wie Fig. 25 zeigt, nur aus einer in der Mitte festgehaltenen Gummiklappe bestehen. In geöffnetem Zustande legt sich die Klappe gegen den über sie geschraubten Klappenfänger an.

Beispiel: Für eine doppelt wirkende Pumpe, die bei einem Plungerdurchmesser $D = 370$ mm und einem Hub $s = 900$ mm mit $n = 50$ minutlichen Umdrehungen arbeiten soll, ist der für ein Saugventil erforderliche Querschnitt festzustellen. Es sei im Ventil eine größte Wassergeschwindigkeit von $v_{\max} = 1,8$ m/sek zugelassen. Die größte Kolbengeschwindigkeit der Pumpe ist gleich der Kurbelgeschwindigkeit

$$c_{\max} = \frac{\pi \cdot s \cdot n}{60} = 2,36 \text{ m/sk.}$$

¹⁾ Siehe Bändchen „Dampfmaschinen“, S. G. Nr. 8.

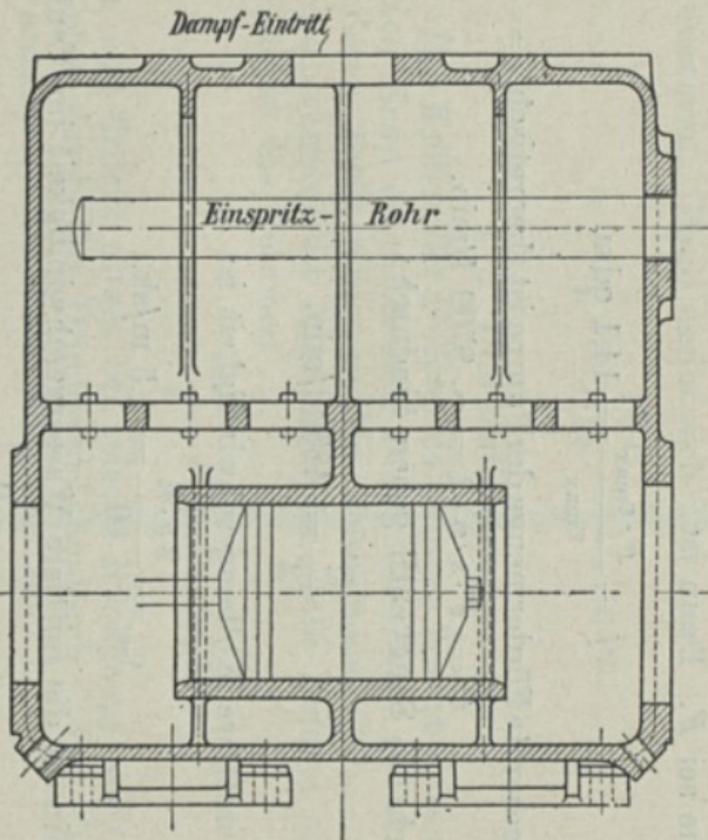
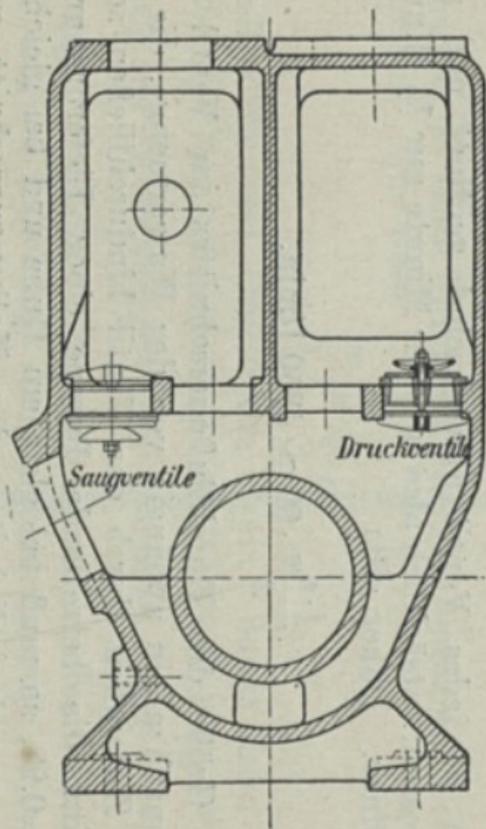


Fig. 26.

Nasse Luftpumpe. Erfurter Maschinenfabrik Franz Beyer & Co., Erfurt.

Der Durchflußquerschnitt im Ventil sei f , die Kolbenfläche sei F . Dann ist

$$f = \frac{F \cdot c_{\max}}{v_{\max}} = 14,1 \text{ qdm.}$$

Die gesamte Fördermenge der Pumpe ist theoretisch ($\mu=1$)

$$Q' = F \cdot s \cdot n \cdot 2 = \sim 9700 \text{ l/min.}$$

Durch ein Saugventil gehen hindurch:

$$\frac{Q'}{2} = 4850 \text{ l/min.}$$

Die mittlere Kolbengeschwindigkeit ist

$$c_m = \frac{2s \cdot n}{60} = 1,5 \text{ m/sk,}$$

mithin ist die mittlere Wassergeschwindigkeit im Ventil

$$v_m = c_m \cdot \frac{F}{f} = 1,14 \text{ m/sk.}$$

Nun ist jedes Ventil abwechselnd geöffnet und geschlossen, tatsächlich also in einer Minute nur $\frac{1}{2}$ Minute geöffnet. Daher gilt:

$$\frac{f \cdot v_m}{2} \cdot 60 \approx 4850 \text{ l/min.}$$

Die Größe des Durchflußquerschnittes im Ventil ist demnach allein abhängig von der Wassermenge, die in der Zeiteinheit durch das Ventil hindurchfließen soll. Besitzt die betreffende Pumpe einen Lieferungsgrad $\mu=0,98$, so muß bei gleichem Hube und bei gleichen Wassergeschwindigkeiten der Kolbenquerschnitt und

auch der Durchflußquerschnitt im Ventil entsprechend größer sein. Dann ergibt sich:

$$f_1 = \frac{f}{\mu} = \frac{14,1}{0,98} = 14,4 \text{ qdm.}$$

§ 7. Differentialpumpen.

Der Kolben der Differentialpumpen besitzt an seinem einen Ende einen kleinen Durchmesser (d), an seinem anderen Ende einen großen Durchmesser (D). Der Arbeitsvorgang ist folgender: Der große Plunger saugt zunächst das Volumen

$$\frac{\pi D^2}{4} \cdot s \cdot \mu$$

an und drückt dieses bei seinem Rückgange auch zunächst durch das Druckventil hindurch. Von dieser Wassermenge verbleibt indes der Teil

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot s \cdot \mu$$

zunächst in dem Pumpenraume des vorderen kleinen Plungers. Der Rest

$$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot s \cdot \mu$$

fließt allein zum Druckrohre R ab. Saugt dann der große Kolben von neuem an, so drängt er jetzt gleichzeitig das vorher übergeflossene Volumen $\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) s \cdot \mu$ in das Druckrohr. Diese Pumpen arbeiten demnach bei einer Umdrehung der Kurbelwelle mit einfacher Saug- und doppelter Druckwirkung. Für die im all-

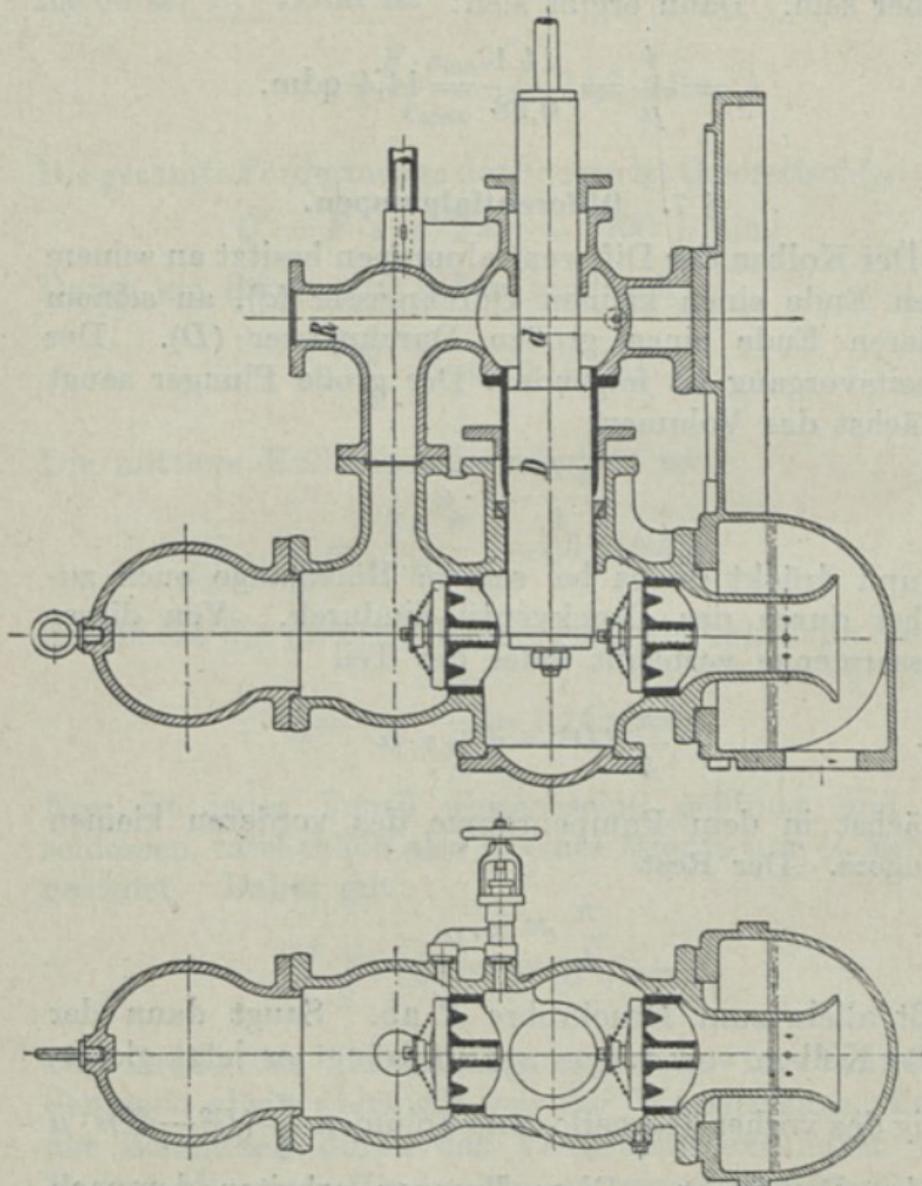


Fig. 27. Differentialpumpe. A. L. G. Dehne, Halle a. S.

gemeinen kürzere Saugleitung ist die ungleichförmige einfache Wirkung in Kauf genommen, während für die längere Druckleitung die mehr gleichförmige doppelte Wirkung benützt wird. Differentialpumpen besitzen nur ein Saugventil und trotz der doppelten Druckwirkung auch nur ein Druckventil. Die Fig. 27 gibt die Anordnung einer von A. L. G. Dehne, Halle gebauten Differentialpumpe wieder.

§ 8. Schnell laufende oder Expreßpumpen.

Alle schnell laufenden Pumpen, jetzt allgemein Expreßpumpen genannt, arbeiten mit kleinen Kolbenhüben, weil dann auch bei hoher Umgangszahl die Kolbenbeschleunigungen und damit auch die Beschleunigungen des Wassers gering bleiben. Die Ventile müssen gleichfalls kurzhubig, von großem Durchflußquerschnitt und vorteilhaft von möglichst geringer Masse sein.

Die in Fig. 28 angegebene Schnellaufpumpe von Otto Schwade besteht aus 2 miteinander verbundenen einfach wirkenden Pumpen. Die antreibende Schubstange greift zwischen den Plungern an, so daß die Baulänge der ganzen Maschinenanlage klein wird und das Verhältnis der Schubstangenlänge zu der Länge des Kurbelarmes groß ausfällt.

Bei einer Reihe anderer Ausführungen von Expreßpumpen ist der Saugstutzen derart geteilt, daß jedes einzelne der nebeneinander angeordneten kleinen Ventile sein besonderes Saugröhrchen erhält. Freilich wird hierdurch die Wasserführung verbessert, dafür aber auch der Durchflußwiderstand für das Wasser in der Pumpe vergrößert.

Außerordentlich günstig gerade auch für schnell laufende Pumpen sind die obenerwähnten Gutermuthschen

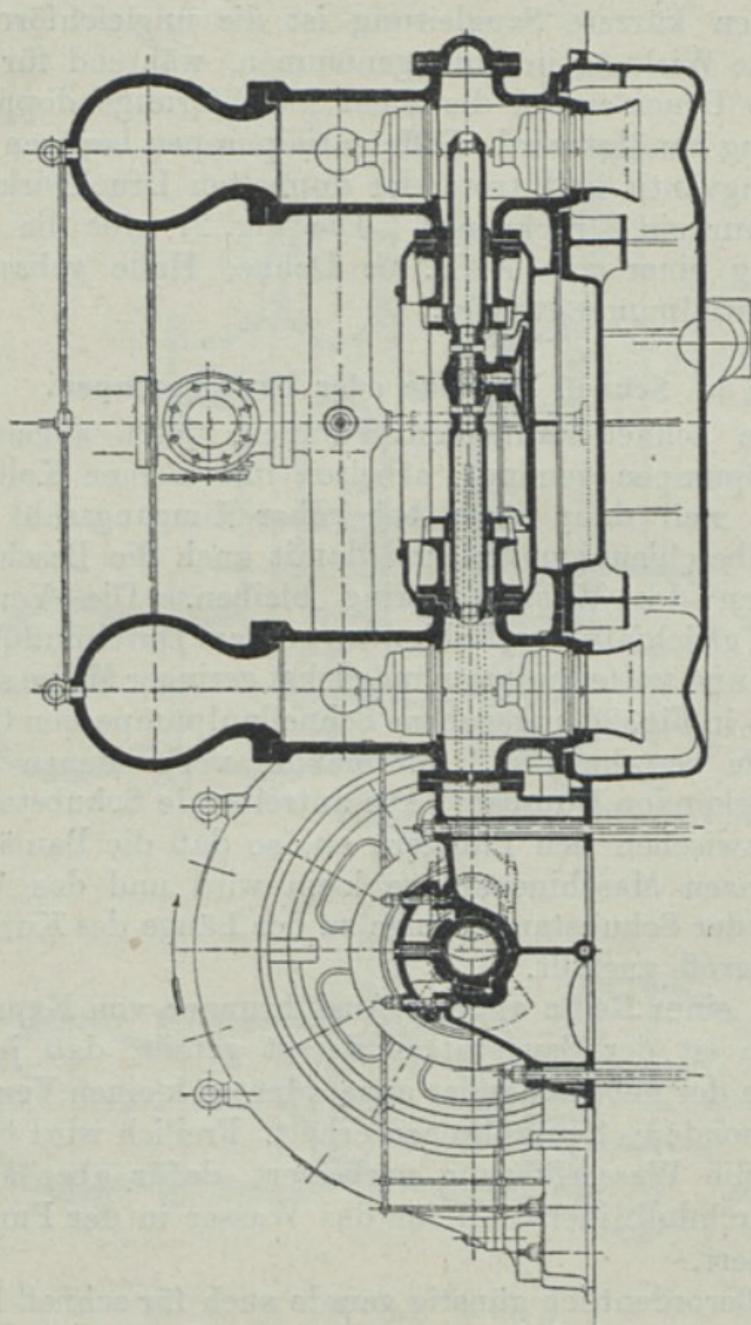


Fig. 28. Schnellaufpumpe. Otto Schwade & Co., Erfurt.

Klappen wegen ihrer geringen Masse und wegen des günstigen Durchflußquerschnittes, den sie dem Wasser freigeben.

Einen außerordentlich gedrängten Bau zeigt die kleine in Fig. 29 angedeutete Schnellaufpumpe, sogen. Univerapumpe von Otto Schwade & Co. in Erfurt. Die stehende Bauart der Pumpe ergibt einen geringen Bedarf an Bodenfläche, die tiefe Lage der in einer Ölkammer laufenden Antriebswelle sichert ihre Standfestigkeit. Der Anschluß der Rohre ist aus dem gegebenen Schnitt nicht ersichtlich. Doch ist die Anordnung des die Kolbenführung ringförmig umgebenden Saugwindkessels und des darüber aufgebauten Druckwindkessels zu erkennen. Von letzterem ist neben dem Saugwindkessel ein Kanal nach abwärts zum Druckstutzen geführt. Diesem in gleicher Höhe gegenüber liegt der Saugstutzen. Saug- und Druckraum sind durch ein von Hand zu regelndes Umlaufventil verbunden,

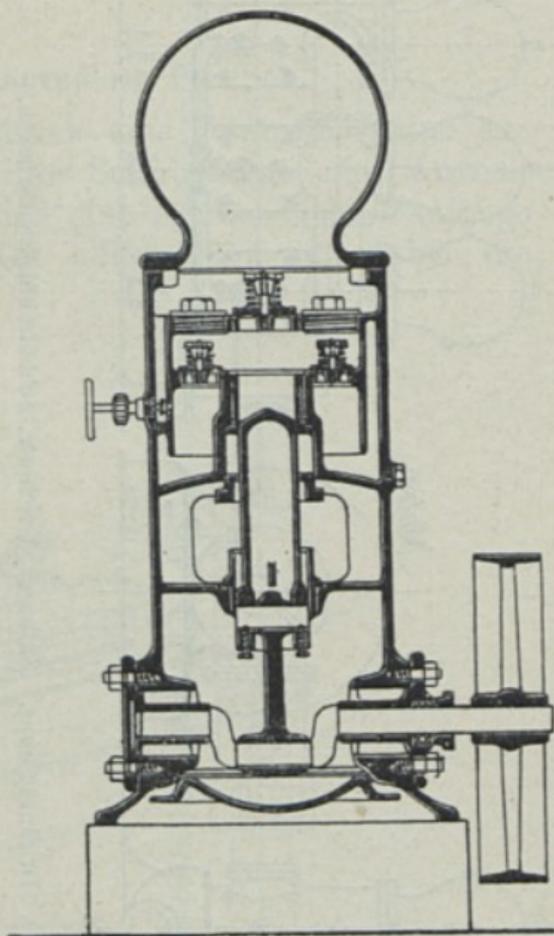


Fig. 29. Univerapumpe.
Otto Schwade & Co., Erfurt.

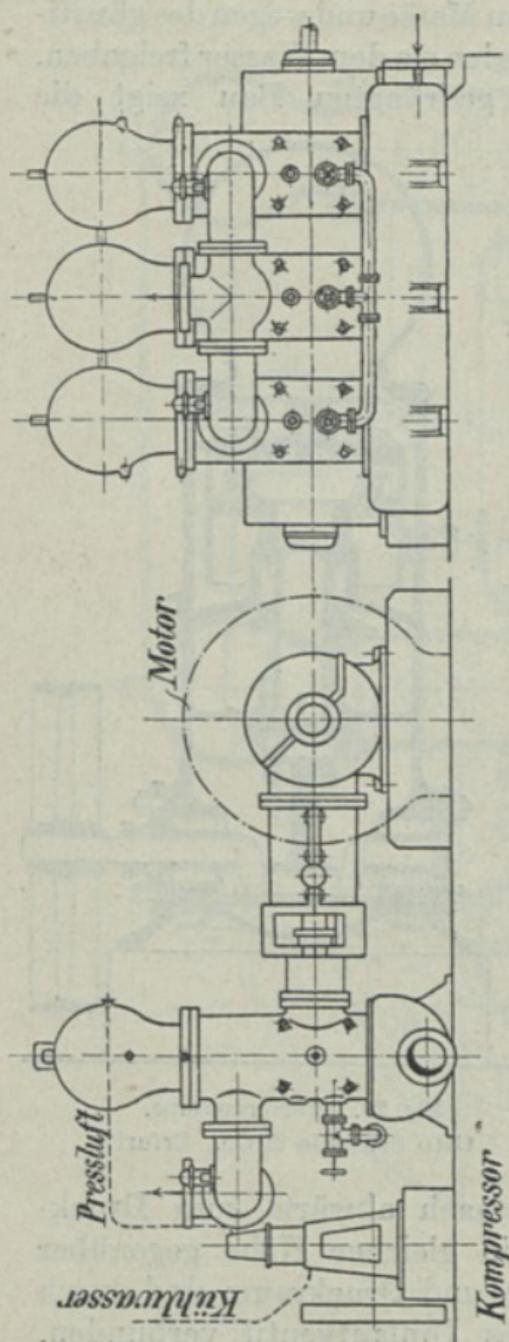


Fig. 30. Drillingspumpe. Ehrhardt & Schmer, Schleifmühle-Saarbrücken.

durch welches die Saugleitung aufgefüllt und die Fördermenge geregelt werden kann.

Durch den Einbau von Kurbelwellen mit großer oder kleiner Kröpfung und von Kolben und Führungsbüchsen verschiedenen Durchmessers kann der gleiche Pumpenkörper für verschieden große Leistungen benutzt werden. Aus dem Grunde eignet sich diese Bauart für Massenherstellung unter Normalisierung der einzelnen Teile.

Vielfach werden schnell laufende Pumpen als Dreiplungerpumpen gebaut, d. h. es werden drei einfach wirkende Pumpen nebeneinander angeordnet und von einer gemeinsamen davor gelagerten Kurbelwelle, deren Kurbeln um 120° gegeneinander versetzt sind, angetrieben. Das ergibt die Vorteile, daß die Kraft-

entnahme an der Kurbelwelle eine gleichmäßige ist, und daß ferner auch die Wasserförderung in die Druckleitung hinein wenig schwankt.

§ 9. Schwungradlose Pumpen.

Wird eine Pumpe durch eine Dampfmaschine angetrieben, die mittels einer Schubstange eine Kurbelwelle dreht, so ergibt sich eine beträchtliche Baulänge der ganzen Anlage. Im allgemeinen ist dabei die

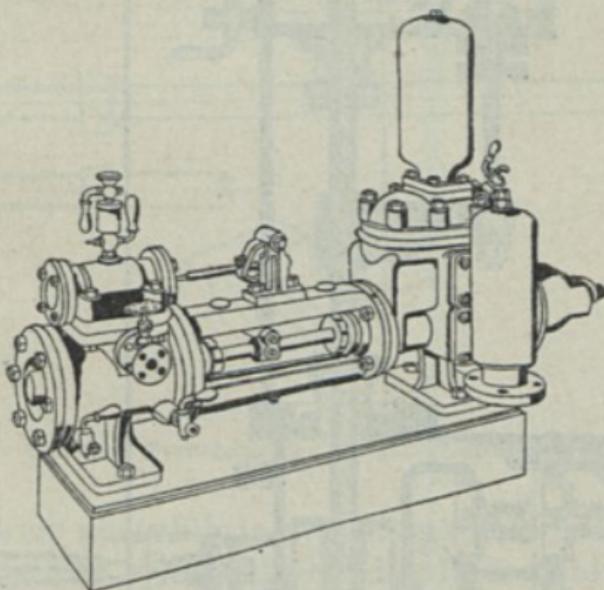


Fig. 31. Schwungradlose Dampfmaschine.

Patent Voit. Schäffer & Budenberg, Magdeburg-Buckau.

Dampfmaschine zwischen der Kurbelwelle und der Pumpe angeordnet. Da die Kurbelwelle ferner ein Schwungrad erhalten muß, so ist auch die erforderliche Bauhöhe eine bedeutende. Diese erhebliche Raumbeanspruchung ist für viele Fälle ein sehr empfindlicher

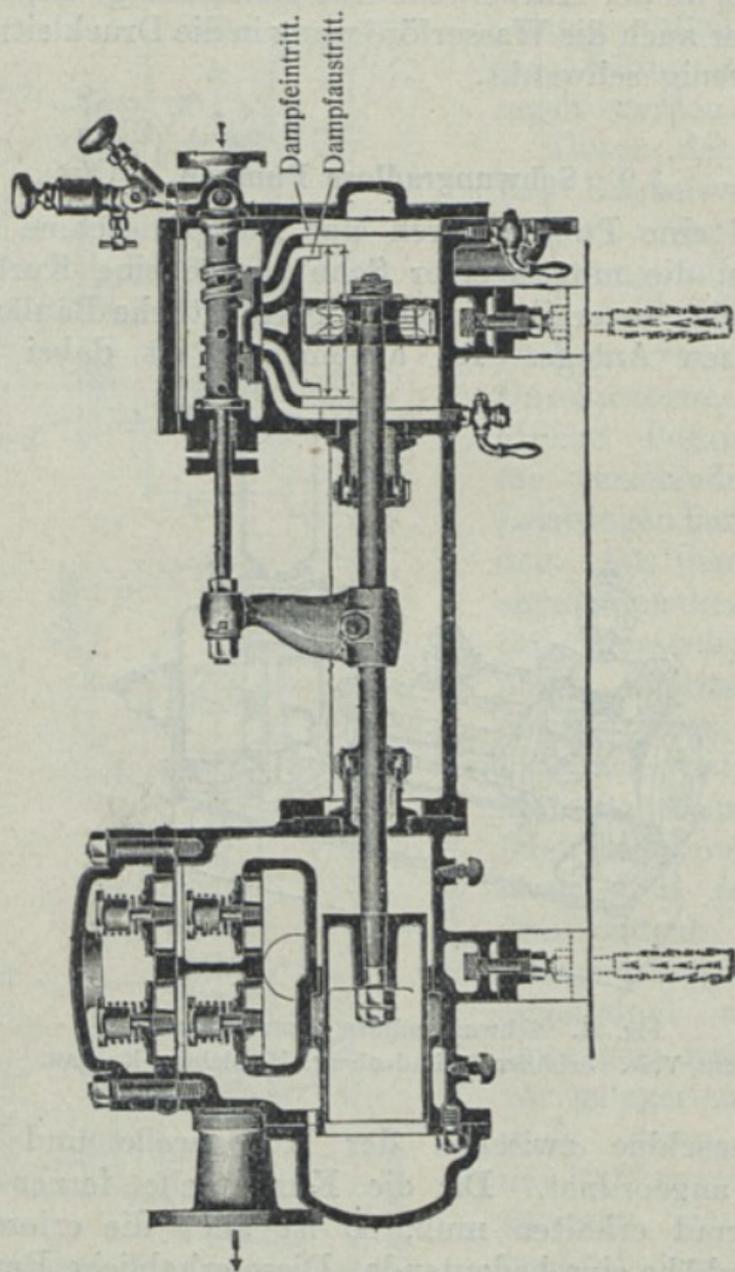


Fig. 32. Patent-, Automaten-Dampfpumpe mit gelenkloser Steuerung. Otto Schwade & Co., Erfurt.
Längsschnitt durch eine Maschinenseite.

Nachteil. Kurbelwelle, deren Lager, Schwungrad und größeres Fundament, als zur Aufstellung von Dampf- und Pumpenzylindern erforderlich ist, erhöhen den Preis der Anlage.

Die angeführten Nachteile sind bei den schwungradlosen Pumpen vermieden. Die Fig. 31 zeigt die von Schäffer und Budenberg in Magdeburg-Buckau nach

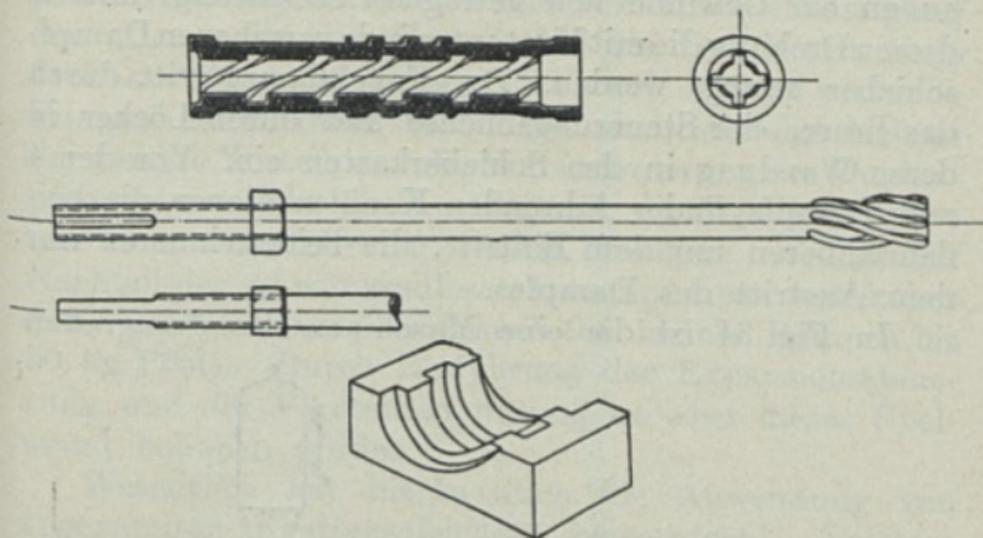


Fig. 33. Teile der Steuerung der Patent-„Automat“-Dampfmaschine.

Patent Voit ausgeführte schwungradlose Dampfmaschine. Die Steuerung erfolgt durch die Pleuellstange mittels eines Pleuellschubers.

Mit dem Schwungrade entfällt die Pleuellstange und die Möglichkeit, von dieser aus durch Pleuell die Steuerung der Antriebsdampfmaschine zu bewegen. Die Steuerung erfolgt bei den einzelnen Ausführungen in verschiedener Weise. Schwungradlose Dampfmaschinen mit zwei nebeneinander liegenden Pleuellzylindern werden als Duplexmaschinen bezeichnet.

Bei der durch Fig. 32 angegebenen Patent-Automat-Dampfpumpe trägt jede mit ihrer Kolbenstange starr verbundene Schieberstange nach Fig. 33 an ihrem Ende 4 gängiges steiles Schraubengewinde. Das dazugehörige Muttergewinde befindet sich im Innern einer drehbar, aber unverschiebbar zwischen den Wandungen des Schieberkastens gelagerten Büchse. Letztere trägt außen ein Gewinde von geringerer Steigerung, mittels dessen Drehung die mit Muttergewinde versehenen Dampfschieber bewegt werden. Der Frischdampf tritt durch das Innere der Steuerungsbüchse und durch Löcher in deren Wandung in den Schieberkasten ein. Von den 4 zum Dampfzylinder führenden Kanälen dienen die beiden äußeren nur dem Eintritt, die beiden inneren nur dem Austritt des Dampfes.

In Fig. 34 ist die eine Maschinenseite der großen

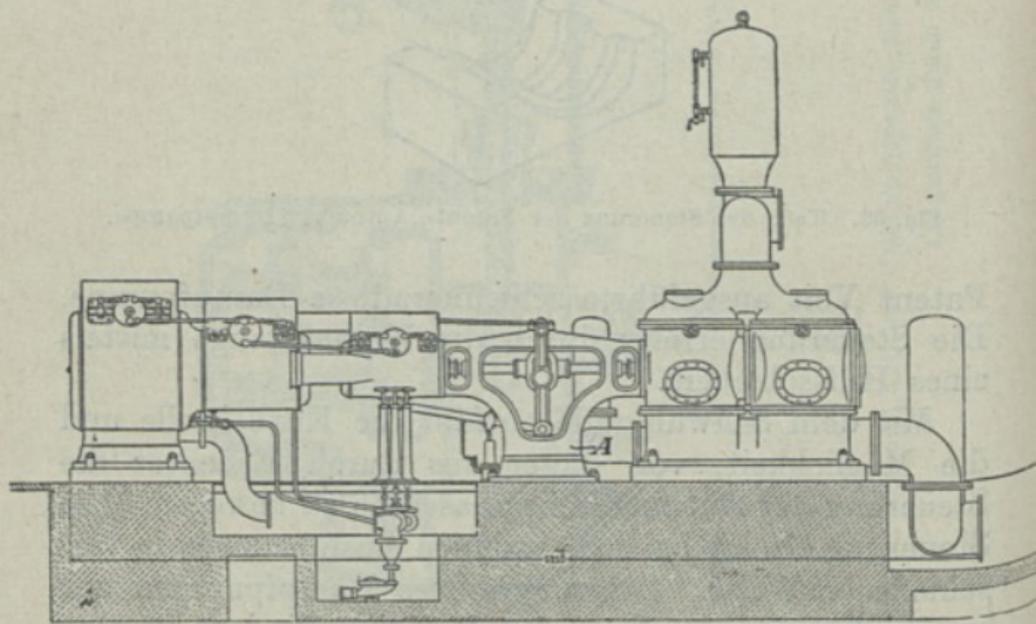


Fig. 34.

Dreifach Verbund-Oddesse-Dampfpumpe mit Kraftausgleicher (A).

Dreifach Verbund-Oddesse-Dampfmaschine wiedergegeben, die 1902 auf der Düsseldorfer Ausstellung zur Speisung der großen Fontäne diente. Die Kolbenbewegung ist nicht zwangsläufig begrenzt wie bei einem Kurbelgetriebe, sondern abhängig von der Steuerung, die, mit Voreinstromung arbeitend, zwischen Kolben und Zylinderdeckel ein den Kolben aufhaltendes Dampfkissen schafft. An jedem Hubende tritt eine Pause in der Kolbenbewegung ein. Das ergibt den Vorteil, daß die Ventile sich ohne Stoß auf ihren Sitz setzen. Da zwei doppelt wirkende Pumpen miteinander verbunden sind, so folgt hieraus der weitere Vorteil, daß die Wasserförderung der Duplexpumpen eine sehr gleichmäßige ist, die Windkessel also nur klein ausgeführt zu werden brauchen. Ein großer Nachteil der schwungradlosen Dampfmaschinen war früher deren enormer Dampfverbrauch (bei kleinen Pumpen bis 50 kg/PSst). Durch Einführung der Expansionssteuerung und der Verbundanordnung ist aber dieser Übelstand behoben worden.

Wesentlich hat hierzu auch die Anwendung von sogenannten Kraftausgleichern beigetragen. Letztere speichern den Arbeitsüberschuß des mit Expansion arbeitenden Dampfkolbens über den Widerstand des Pumpenkolbens in der ersten Hälfte des Hubes auf, um ihn in der zweiten Hubhälfte, wenn infolge des gesunkenen Dampfdruckes die Kolbenkraft kleiner als der Pumpenwiderstand geworden ist, an die Kolbenstange in der jeweiligen Krafrichtung zurückzugeben. Die Fig. 35 zeigt den Kraftausgleicher „Ideal“ der Oddesse-Dampfmaschinen. Der Kraftausgleicher ist zwischen Pumpen- und Dampfzylinder angeordnet, wie aus Fig. 34 ersichtlich ist. Der Plunger *A* wird im ersten Teile des Pumpenhubes durch ein mit der Kolbenstange ver-

bundenen Kniehebelgestänge nach abwärts gedrückt und preßt dadurch Luft, die zwischen ihm und dem im unteren Raume *C* enthaltenen Öle abgeschlossen ist, zusammen. In seiner tiefsten Lage, die in der Hubmitte des Kolbens erreicht ist, drückt er das nach unten öffnende Ventil *G* auf und stellt dadurch eine Verbindung zwischen seinem Innern und dem unteren

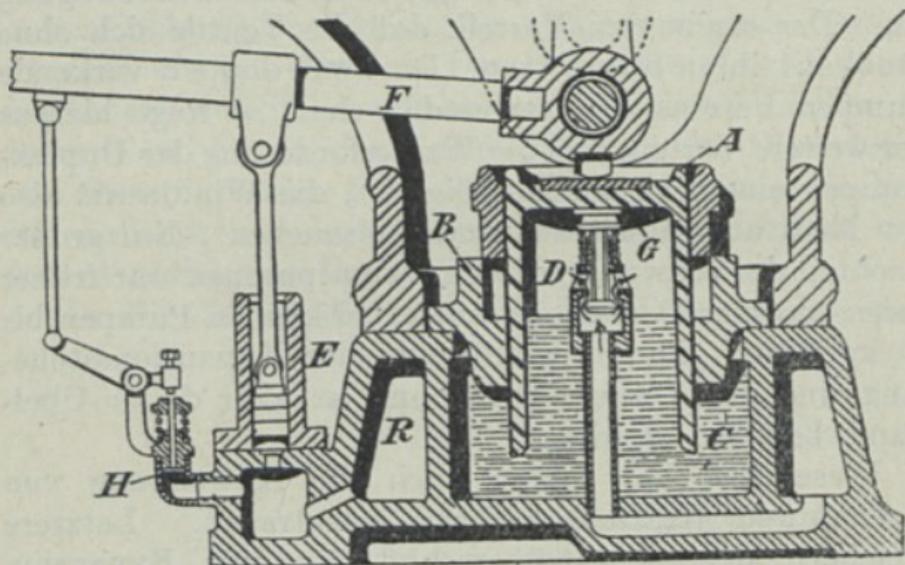


Fig. 35. Kraftausgleicher „Ideal“.
Maschinenfabrik Odessa, Oschersleben.

Raume *R* her. In diesem befindet sich Preßluft, die von einem kleinen Kompressor *E* erzeugt wird. Der Druck der von unten auf den Plunger *A* wirkenden Preßluft wird in der zweiten Hälfte des Hubes auf die Kolbenstange, der Gestängeverbindung entsprechend, zurück übertragen. Das Rückschlagventil *H* öffnet sich, wenn der Kolben seinen Hub überschreitet. Dadurch wird der Lenker *F* gehoben und das Ventil nach unten

aufgedrückt. Es entweicht dann Luft aus dem Behälter R und auch aus dem Hohlraum des Plungers A , so daß der auf diesen wirkende Druck vermindert wird. Die Folge hiervon ist die Verzögerung des Dampfkolbens unter gleichzeitigem Einflusse des entgegenwirkenden Dampfkrissens und des Pumpenwiderstandes.

§ 10. Preßpumpen und Akkumulatoren.

Während alle vorgenannten Pumpen lediglich die Aufgabe erfüllen, Wasser zu fördern resp. zu heben, sollen die Preßpumpen durch Vermittlung des Wassers einen Druck übertragen, der an anderen Stellen zur Leistung mechanischer Arbeit benutzt werden soll. Nach dem Gesetze des hydrostatischen Druckes ist die Größe des auf den Arbeitskolben wirkenden Gesamtdruckes

$$P = p \cdot F,$$

wenn p den spezifischen Druck für 1 qcm und F den Querschnitt des Arbeitskolbens in qcm bezeichnen.

Bei der in Fig. 36 wiedergegebenen Preßpumpenanlage des Borsigwerkes O.-S. ist an jeder Maschinenseite eine 2 Plunger-Preßpumpe angeordnet, die bi-800 mm Hub und 66 mm Plungerdurchmesser für einen Betriebswasserdruck von 150 Atmosphären bestimmt ist.

Wenn die Preßpumpe direkt den Wasserdruck auf die Arbeitsmaschine, z. B. einen hydraulisch betriebenen Fahrstuhl übertragen soll, so setzt das voraus, daß die Pumpe nur dann läuft, wenn der Fahrstuhl gehoben wird, bei dessen Stillstand aber abgestellt ist. Hierdurch ist bedingt, daß die Pumpe die ganze zur Hebung des Fahrstuhles erforderliche Arbeit in der gleichen Zeit leistet, in der die Hebung erfolgt. In den Hubpausen wird die Pumpe nicht ausgenützt, in der Hubperiode

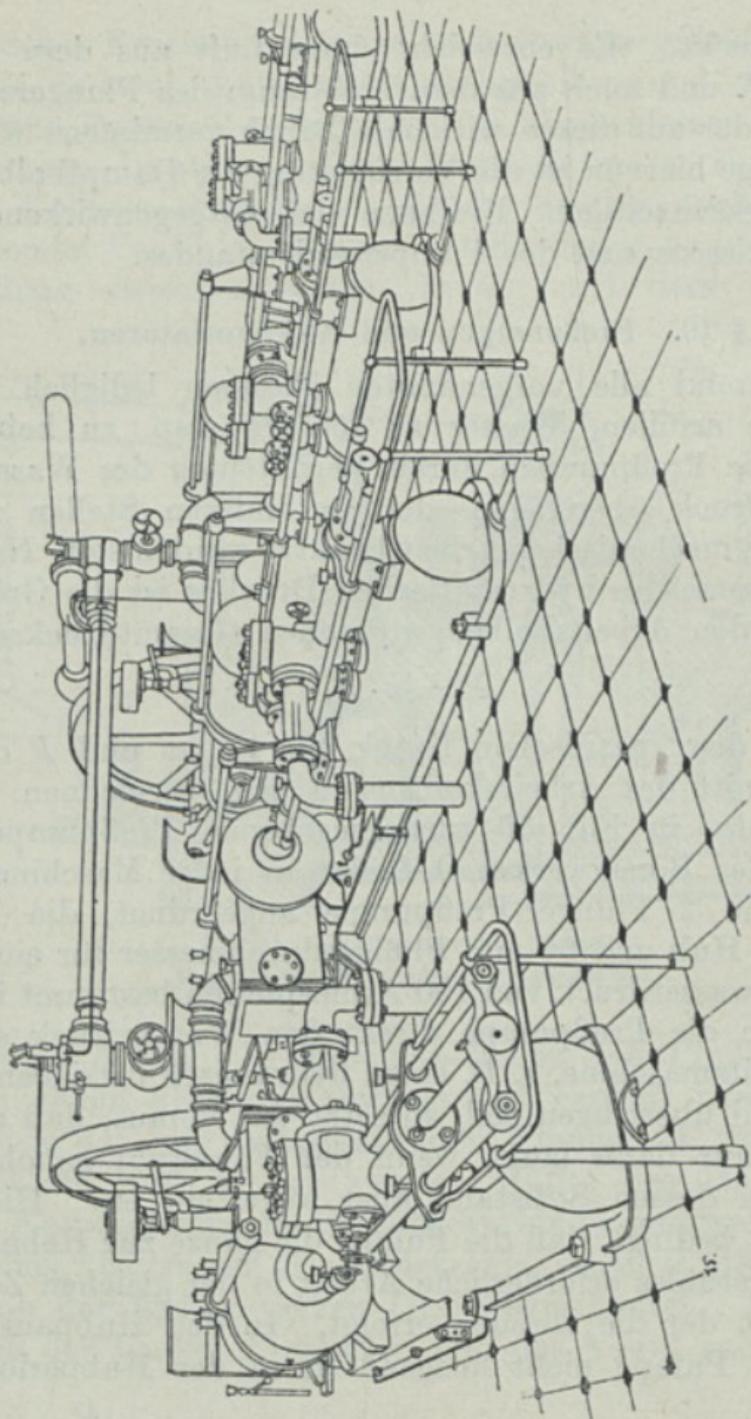


Fig. 36.
Preßpumpenanlage im „Borsigwerk O.-S.“

muß sie eine verhältnismäßig große Arbeit leisten. Der letztere Übelstand macht sich besonders dann geltend, wenn mehrere an die Druckleitung angeschlossene hydraulische Maschinen gleichzeitig betrieben werden sollen. Außerdem würde das jedesmalige Anstellen der entfernt von der Verbrauchsstelle stehenden Pumpe mit Schwierigkeiten verbunden sein.

Wesentlich günstiger gestalten sich die Verhältnisse bei Anwendung eines Akkumulators, der den Zweck hat, die von der Preßpumpe geleistete Arbeit aufzuspeichern. Die

Fig. 37 zeigt einen von A. Borsig ¹gebauten Druckwasserakkumulator. In einem stehenden Zylinder bewegt sich ein langer Plungerkolben, der oben durch eine Platte belastet ist.

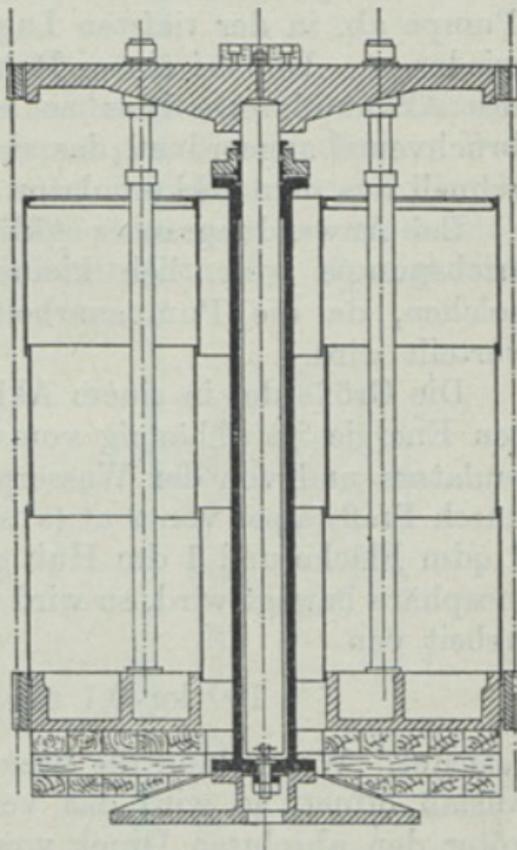


Fig. 37. Akkumulator.
A. Borsig, Berlin-Tegel.

An letzterer hängt ein genieteter Trog, der zur Belastung mit Steinen oder Eisenmasseln gefüllt wird. Die obere Platte und der untere Teil des Troges legen sich gegen seitliche Führungen.

Die Preßpumpe drückt das Wasser in den Zylinder

des Akkumulators hinein und hebt dadurch den Akkumulatorkolben samt dessen Belastung. Durch diese wird der von der Pumpe erzeugte Druck erhalten. An seinem Hubende stellt der Akkumulator selbsttätig die Pumpe ab, in der tiefsten Lage stellt er sie selbsttätig wieder an. Um bei einem Rohrbruch ein Herabstürzen des Akkumulatorkolbens zu vermeiden, ist ein Rohrbruchventil angeordnet, das sich schließt, wenn Wasser schnell aus dem Akkumulator herausströmt.

Bei Anwendung eines Akkumulators kann die Betriebspumpe wesentlich kleiner sein, als ohne einen solchen, da die Pumpenarbeit auf eine längere Zeit verteilt wird.

Die Größe der in einem Akkumulator aufgespeicherten Energie ist abhängig vom Hubvolumen des Akkumulators und von der Wasserpressung. Wenn nämlich durch Preßwasser von 2 at (absol. Druck) 1 Kolben von 1 qdm Fläche und 1 dm Hub gegen den Druck der Atmosphäre bewegt wird, so wird hierbei eine mechanische Arbeit von

$$100 \text{ kg} \cdot 0,1 \text{ m} = 10 \text{ mkg}$$

geleistet. Wenn dann die Steuerung der Maschine den Auslaß öffnet, so wird das verbrauchte Arbeitswasser unter den absoluten Druck von 1 at gesetzt. Zur Leistung von 10 mkg Arbeit ist demnach 1 l Preßwasser von 1 at Überdruck verbraucht worden (1 Liter-Atmosphäre). Der gesamte Energieinhalt E eines Akkumulators ist in mkg

$$E = p \cdot v \cdot 10.$$

Hierin bedeutet p den Überdruck des Wassers in at und v das Hubvolumen des Akkumulators in l.

Der Druckwasserinhalt des Akkumulatorzylinders richtet sich nach der Zahl der gleichzeitig zu betreibenden hydraulischen Maschinen und muß mindestens gleich der Summe von deren Zylinderfüllungen sein.

§ 11. Kettenschlammumpen.

Für die Förderung von schlammigen, dicken Flüssigkeiten finden sog. Kettenpumpen Verwendung. Der eigentliche Pumpenkolben ist bei ihnen ersetzt durch eine große Anzahl in gleichen Abständen an einer endlosen Kette befestigten Gummiteller. Fig. 38 zeigt eine von G. Polysius in Dessau ausgeführte Kettenpumpe. Die Tellerkette liegt oben auf der mit einer tiefen Rille versehenen Antriebsscheibe auf. Der aufsteigende und der niedergehende Kettenstrang sind in je einer an das obere Gehäuse angeschlossenen Rohrleitung geführt. Das die aufsteigende Kette führende Rohr ist zur Verminderung der Flüssigkeitsverluste etwas enger als das andere. Die Kette läuft dauernd in demselben Sinne um. Ventile sind nicht vorhanden. Ihre Stelle vertreten gleichzeitig die

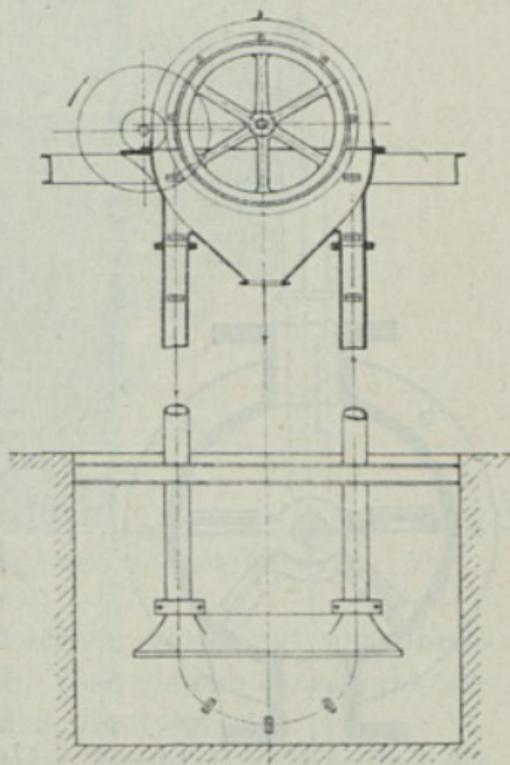


Fig. 38. Kettenschlammpumpe.
G. Polysius, Dessau.

Teller. Letztere sind leicht auswechselbar und an jedem beliebigen Kettengliede zu befestigen. Der zu fördernde Schlamm wird in dem in der Figur rechten Standrohr gehoben und an der tiefsten Stelle des oberen Gehäuses ausgegossen.

Die Förderhöhe kann bis zu 30 m betragen. Der Vorteil der Anordnung besteht in ihrer Einfachheit und Unempfindlichkeit und ferner darin, daß die am meisten der Überwachung bedürftigen Teile oberhalb der Schlammgrube leicht zugänglich angeordnet sind.

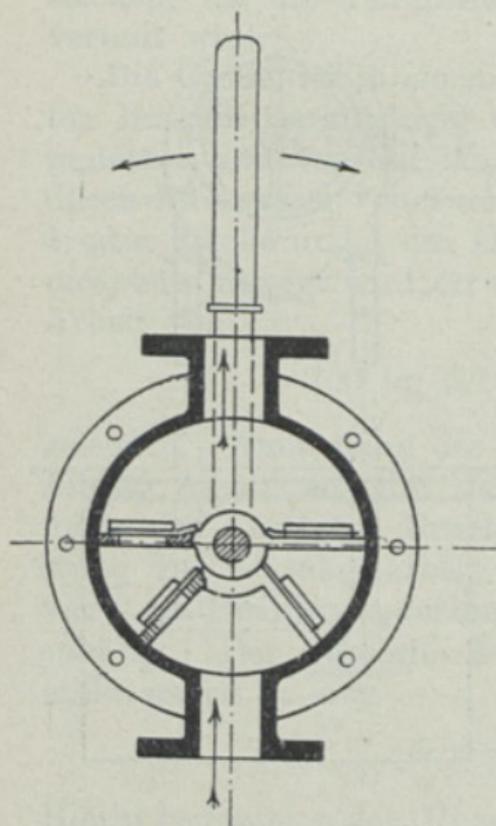


Fig. 39. Flügelpumpe.

b) Kolbenpumpen mit schwingendem Kolben.

§ 12. Flügelpumpen.

Für hauswirtschaftliche Zwecke werden vielfach Pumpen gebraucht, deren Kolben durch einen mit ihm auf der gleichen Achse befestigten Handhebel in eine um diese hin und her schwingende Bewegung versetzt wird. Derartige Flügelpumpen (Fig. 39) besitzen einen sehr gedrängten Bau und haben den Vorteil einer bequemen Bedienung. In dem unteren Raume des Pumpenkörpers ist für jede Seite je eine Saugklappe angeordnet.

Hebt sich nun durch Schwingen des Handhebels z. B. die rechte Kolbenseite, so saugt diese Wasser an. Gleichzeitig senkt sich die linke Kolbenseite; das linke Kolbenventil öffnet sich, und es tritt aus dem linken Saugraum Wasser hindurch. Hierdurch wird oberhalb des Kolbens

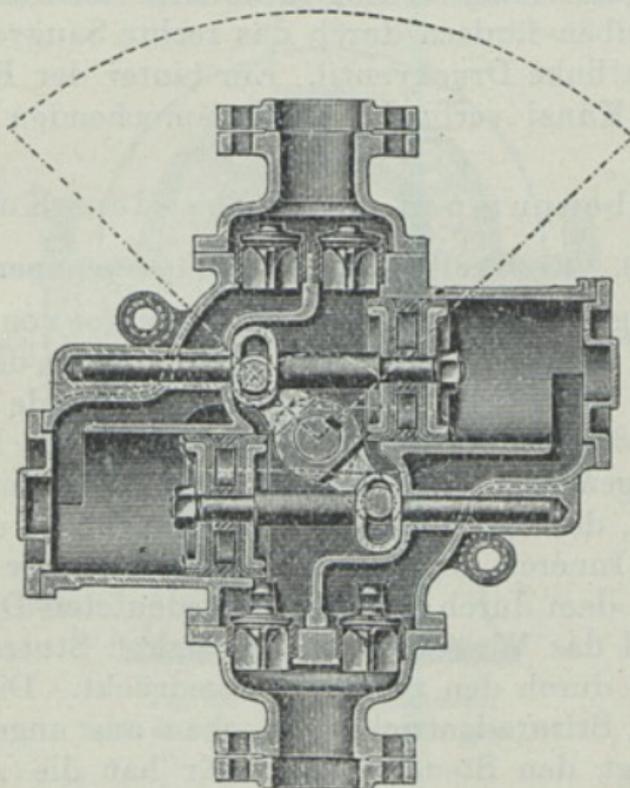


Fig. 40. Niagara-Pumpe. Otto Schwade, Erfurt.

ein ebenso großes Wasservolumen verdrängt und fließt nach oben zum Steigrohr ab. Das gleiche Spiel geht abwechselnd in beiden Zylinderseiten vor sich.

Da Flügelpumpen indes den Nachteil haben, daß die arbeitende Scheibe sich schlecht dauernd gegen das Gehäuse abdichten läßt, so hat man statt ihrer vielfach

kleine in der gleichen Weise angetriebene Kolbenpumpen in Gebrauch. Die in Fig. 40 angegebene Niagarapumpe besitzt 2 gegenläufig durch einen zweiarmigen Hebel bewegte Kolben. Wenn diese sich voneinander entfernen, saugen sie durch das linke Saugventil und drücken bei dem Rückgang durch das rechte Druckventil. Die Außenseiten beider Kolben fördern durch das rechte Saugventil und durch das linke Druckventil. Ein hinter der Bildebene liegender Kanal verbindet die entsprechenden Räume.

c) Kolbenpumpen mit drehendem Kolben.

§ 13. Kreiskolbenpumpen (Kapselpumpen).

Die Fig. 41 zeigt eine Kreiskolbenpumpe von F. H. E. Lehmann, Eilenburg, Prov. Sa. Auf der oberen der beiden parallelen Wellen sitzt in der Mitte eine runde Scheibe, die an beiden Seiten je 4 Arbeitskolben trägt. Die Kolben bewegen sich beim Umlauf der Welle durch den Ringraum, der zwischen dem Pumpengehäuse und dem in dessen Inneren untergebrachten Hohlkörper gebildet wird. Bei dem durch den Pfeil angedeuteten Drehungsinne wird das Wasser durch den linken Stutzen angesaugt und durch den rechten fortgedrückt. Die untere durch ein Stirnradgetriebe von oben aus angetriebene Welle trägt den Steuerkolben. Er hat die Aufgabe, Saug- und Druckseite der Pumpe voneinander abzuschließen. Seine Aussparungen nehmen die Arbeitskolben bei deren Rückgang von der Druckseite zur Saugseite auf. Bei der Steuerung der Lehmann-Pumpe ist besonderer Wert darauf gelegt, bei dem Eintritt des Arbeitskolbens in die auf der Druckseite liegende Steuerkammer dem hier verdrängten Wasser guten Abfluß nach der Druckseite zu verschaffen, um so Widerstände

durch Drosselung des Wassers und Stöße auf die Kolbenwelle zu vermeiden. Bei dem Austritt des Arbeitskolbens aus der Steuerkammer auf der Saugseite erhält das Wasser gleichfalls zweiseitigen freien Zufluß zu der Kammer. Die mit *K* bezeichnete Aussparung ist mit dem Druckraum der Pumpe verbunden und hat die Auf-

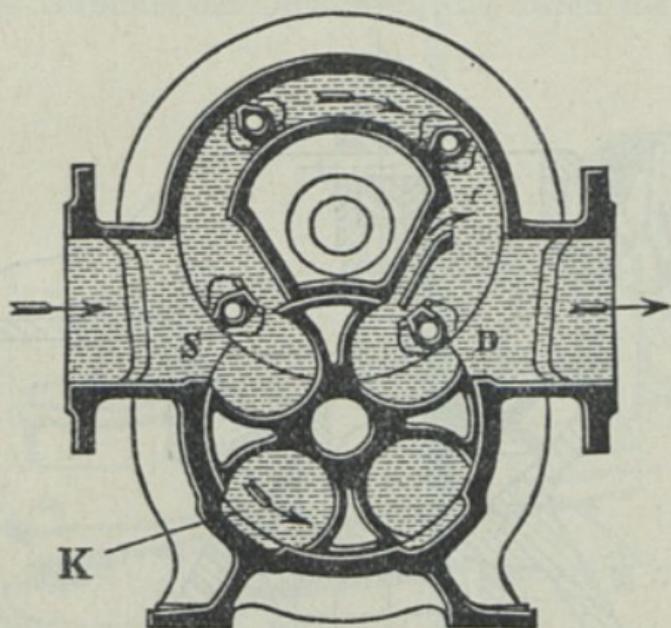


Fig. 41. Kreiskolbenpumpe.
F. H. E. Lehmann, Eilenburg, Prov. Sa.

gabe, die Welle des Steuerkolbens vom einseitigen Überdruck zu entlasten.

Die Drehkolbenpumpen haben geringen Platzbedarf und erfordern deshalb auch nur kleine Fundamente. Sie besitzen keine Ventile und ergeben eine sehr gleichmäßige Wasserförderung. Sie können ferner große Saug- und Druckhöhen überwinden und eignen sich auch zur Förderung unreiner Flüssigkeiten.

B. Kolbenlose Pumpen,

§ 14. Diaphragmapumpen.

Die Diaphragmapumpen (Fig. 42) besitzen an Stelle eines Kolbens eine zwischen zwei Flanschen eingeklemmte

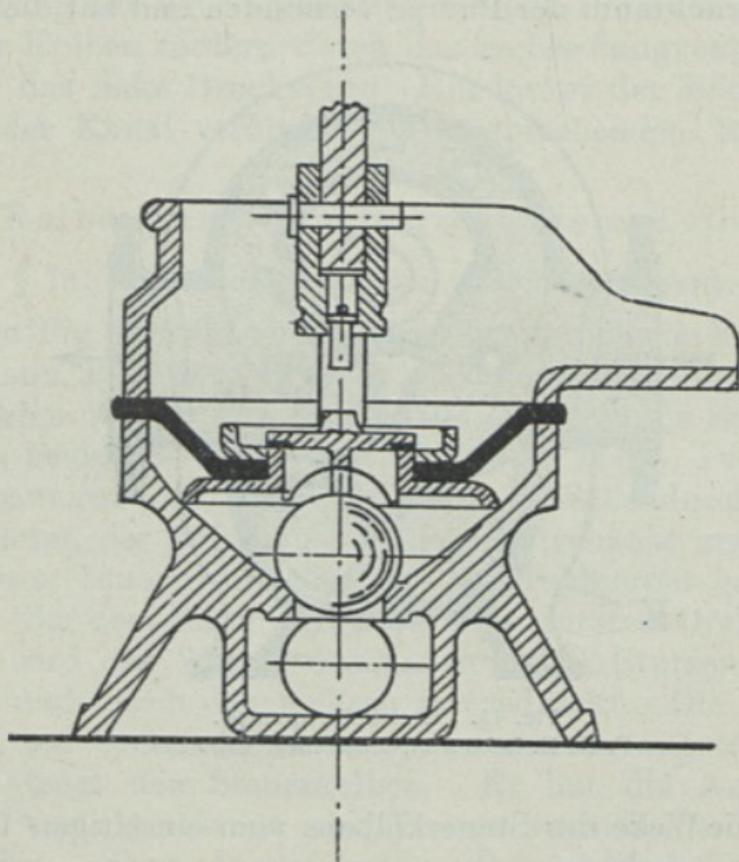


Fig. 42. Diaphragmapumpe.
Hammelrath & Schwenger, Düsseldorf.

Gummimembran, welche bei der Arbeit gehoben und gesenkt wird. Das Hubventil ist in der Membran, das Saugventil (in der Figur ein Kugelventil) darunter im Gußkörper angeordnet.

Diese Pumpen sind besonders zur Förderung stark schmutzhaltiger Flüssigkeiten geeignet, weil ein Kolben, der sich im Zylinder reibt, nicht vorhanden ist. Sie bedürfen wegen der mangelnden Reibung ferner einer verhältnismäßig geringen Antriebskraft. Die Arbeitsfähigkeit der Diaphragmapumpen ist wesentlich von der Güte des Gummis der Membran, die durch die ständig

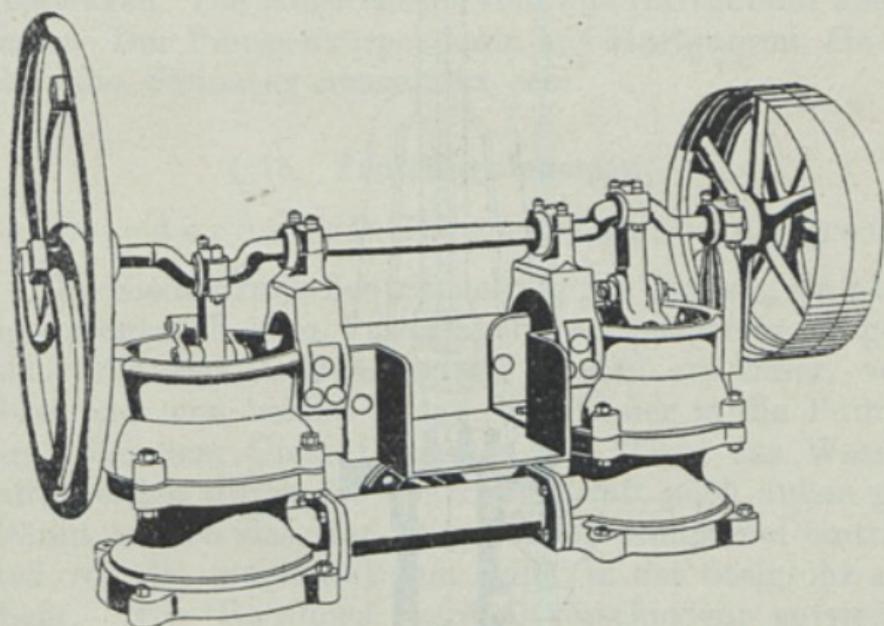


Fig. 43. Zwillings-Diaphragmapumpe.
Hammelrath & Schwenger, Düsseldorf.

wiederholten Durchbiegungen nach beiden Seiten stark beansprucht wird, abhängig. Die Membranen können beliebig vorrätig gehalten werden. Wenn daher die in der Pumpe arbeitende Membran schadhaft wird, so kann, ohne daß ein Einpassen und Nacharbeiten notwendig wird, durch ein einfaches Einsetzen einer neuen Membran die Pumpe wieder betriebsfähig gemacht werden.

Die in den Fig. 42 und 43 abgebildeten Diaphragmumpfen entsprechen den Ausführungen der Pumpenfabrik von Hammelrath & Schwenzer in Düsseldorf.

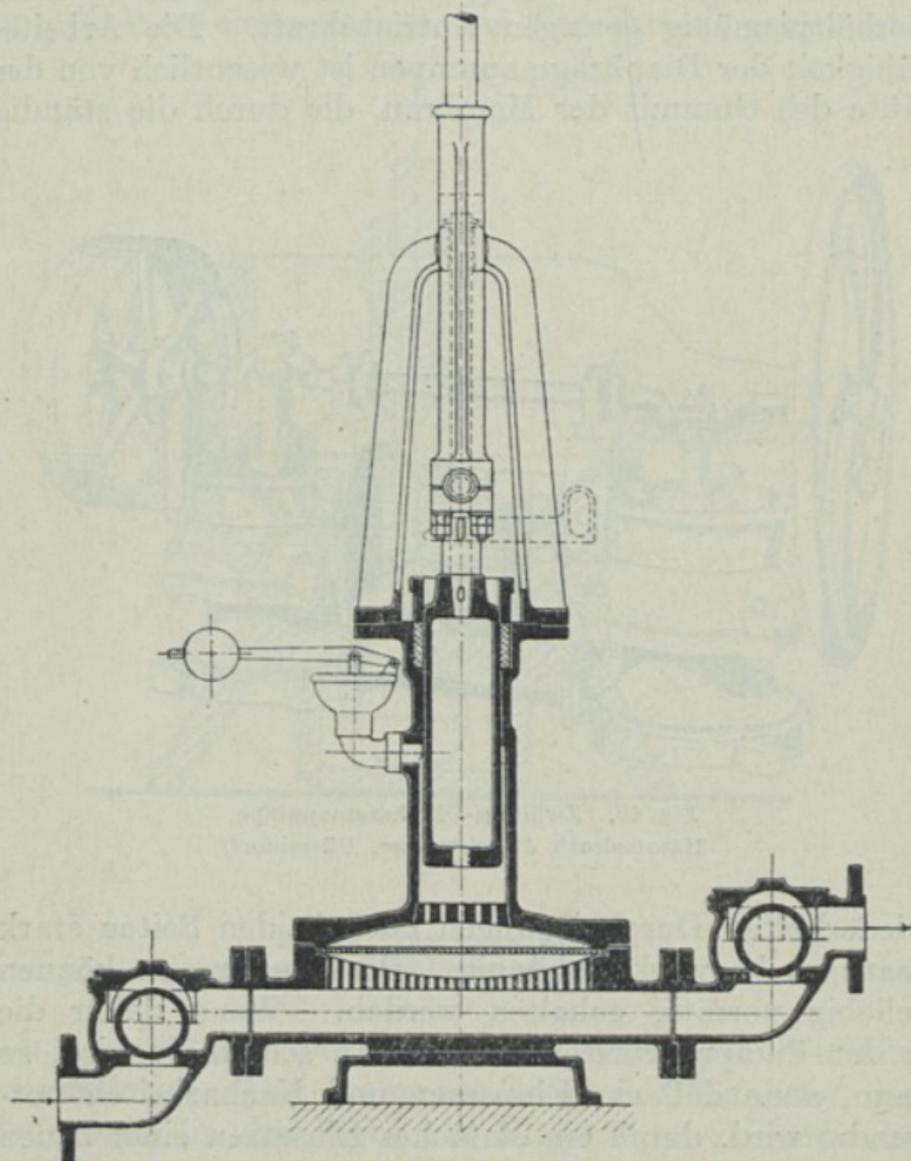


Fig. 44. Membranpumpe. A. L. G. Dehne, Halle a. S.

Bei den Membranpumpen (Fig. 44) dient die arbeitende Membran gleichzeitig zur Trennung des Arbeitszylinders von dem Treibzylinder und Antriebskolben, die beide vor dem Angriff der geförderten Säuren geschützt werden sollen. Durch das an dem Treibzylinder angebrachte Füllventil wird dieser mit Wasser aufgefüllt, welches die Aufgabe hat, die Kolbenbewegung auf die Membran zu übertragen. Die Kugelventile sind mit Hartgummi überzogen. Der Pumpenkörper kann aus Hartgummi, Hartblei oder Steinzeug ausgeführt sein.

§ 15. Zentrifugalpumpen.

a) Niederdruck-Zentrifugalpumpen.

Die Niederdruck-Zentrifugalpumpen besitzen ein häufig exzentrisch zum Pumpengehäuse gelagertes Flügelrad. An der Radachse tritt, parallel zu dieser, von einer oder von beiden Seiten das Wasser in die Pumpe ein. Bei dem Umlauf nehmen die Flügel das Wasser mit, welches durch die Zentrifugalkraft nach außen gedrängt in den das Rad umgebenden Ringkanal eintritt und von da, tangential zum Rade, in das Steigrohr abfließt. Die Radflügel werden verschieden, entweder nach vorwärts oder nach rückwärts gekrümmt ausgeführt. Die letztere Krümmung erfordert geringere Antriebsarbeit, die erstere geringere Umlaufszahl der Pumpe für gleiche Förderlänge und Höhe. Da das Rad nicht gegen das Gehäuse abdichtet und bei dem direkten Überfluß des Wassers aus dem Rade in den Ringkanal Druckverluste auftreten, eignet sich die schematisch angedeutete Bauart (Fig. 45) nur für geringe Förderhöhen bis etwa 20 m.

Zentrifugalpumpen haben den Vorteil, daß sie wegen

ihrer gedrängten Bauart nur wenig Platz und kleine Fundamente beanspruchen. Sie gebrauchen ferner keine Ventile außer einem am Ende der Saugleitung angebrachten Fußventil, das bei Stillstand der Pumpe deren Entleerung verhindern soll. Ferner sind wegen des gleichmäßigen Wasserdurchflusses keine Windkessel erforderlich.

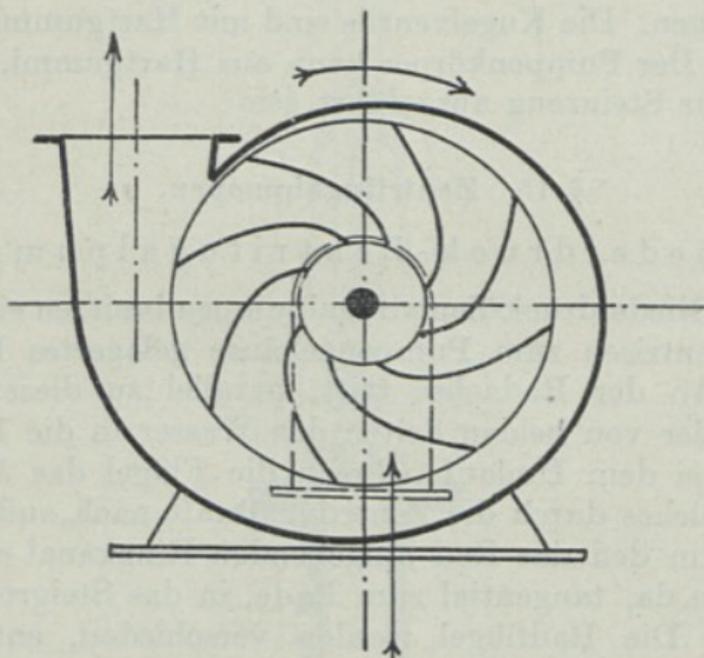


Fig. 45. Schema einer Niederdruck-Zentrifugalpumpe.

forderlich. Aus dem gleichen Grunde sind größere Wassergeschwindigkeiten und damit kleinere Rohrdurchmesser als bei Kolbenpumpen zulässig. Für Saugleitungen werden Wassergeschwindigkeiten bis 2 m/sek für Druckleitungen bis 2,5 m/sek zugelassen. Die Umlauffrequenzen sind hoch (bei kleinen Pumpen bis 2800 in der Minute) und wachsen bei jeder Pumpe mit der Förder-

höhe¹⁾. Zentrifugalpumpen sind geeignet für die Förderung großer Wassermassen (bis 50 cbm/min und mehr), und zwar auch sandigen und schlammigen Wassers. Vor Beginn des Betriebes muß das Pumpengehäuse entweder mit Wasser aufgefüllt oder durch einen Ejektor von Luft entleert werden.

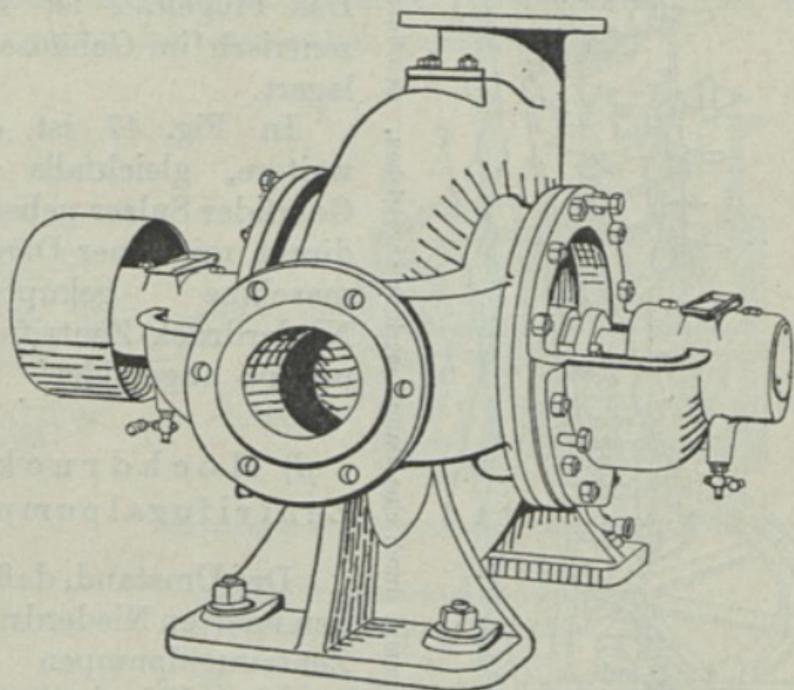


Fig. 46. Niederdruck-Zentrifugalpumpe.
Gebrüder Sulzer, Winterthur.

Die Fig. 46 zeigt eine von Gebrüder Sulzer in Winterthur ausgeführte Niederdruck-Zentrifugalpumpe. Der Wassereintritt erfolgt hinter dem Anschlußstutzen an

¹⁾ Nach Uhland vorteilhafte Umfangsgeschwindigkeit des Flügelrades

$$v = \frac{3}{2} \sqrt{2gH}; \quad g = 9,81 \text{ m/sk}^2.$$

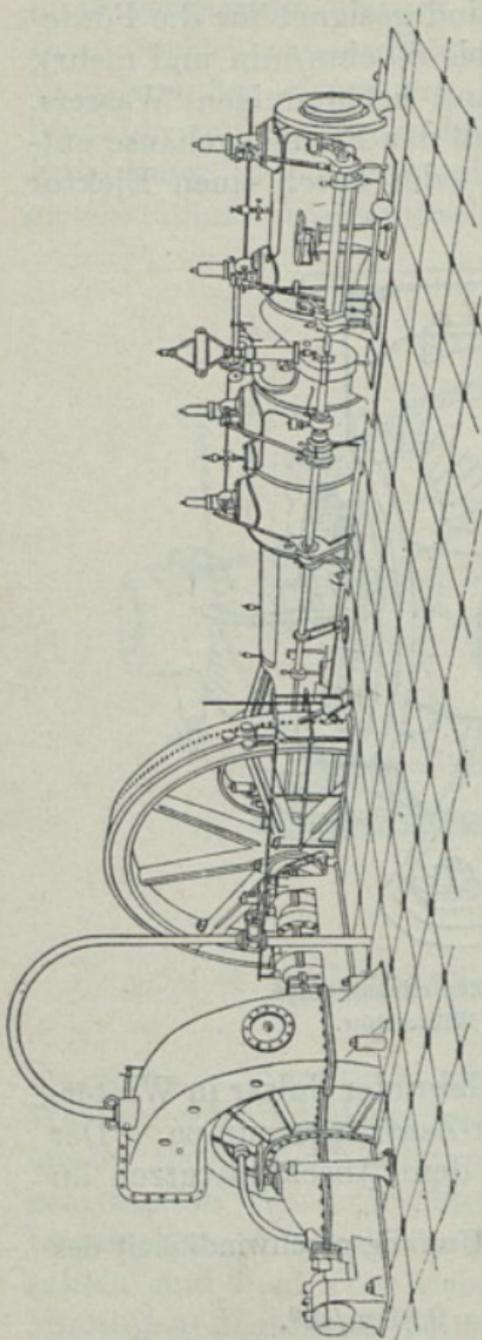


Fig. 47. Niederdruck-Zentrifugalpumpe durch eine Dampfmaschine angetrieben. Gebrüder Sulzer, Winterthur.

beiden Seiten des Gehäuses. Das Steigrohr ist an den senkrechten Rohrstützen anzuschließen. Die Pumpe ist durch Riemen zu betreiben. Das Flügelrad ist konzentrisch im Gehäuse gelagert.

In Fig. 47 ist eine weitere, gleichfalls von Gebrüder Sulzer gebaute, direkt mit einer Dampfmaschine gekuppelte Niederdruck-Zentrifugalpumpe abgebildet.

β) Hochdruck-Zentrifugalpumpen.

Der Umstand, daß bei den meisten Niederdruck-Zentrifugalpumpen das aus dem Flügelrade austretende Wasser unmittelbar in den das Rad umgebenden Diffusor (Ringkanal) eintritt, ist die Ursache für den schlechten Wirkungsgrad dieser Pumpen. Der Übelstand ist beseitigt durch einen das Rad umgebenden

äußeren Leitapparat¹⁾, der dazu dient, einen Teil der Geschwindigkeit, mit der das Wasser das Rad verläßt, allmählich in Druck zu verwandeln. Der Wirkungsgrad wird hierdurch bis über 80% gesteigert. Das ist von besonderer Bedeutung für Hochdruck-Zentrifugalpumpen, bei denen zur Überwindung großer Druckhöhen mehrere Flügelräder, die einander das Wasser zuwerfen, hintereinander geschaltet sind.

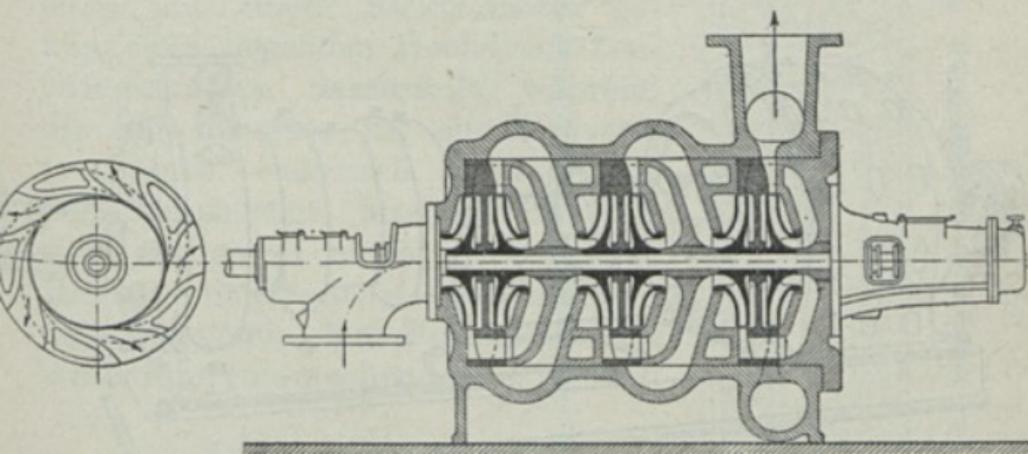


Fig. 48. Hochdruck-Zentrifugalpumpe.
Gebrüder Sulzer, Winterthur.

Bei der in Fig. 48 abgebildeten, von Gebrüder Sulzer in Winterthur gebauten Hochdruck-Zentrifugalpumpe sind auf einer gemeinsamen Welle sechs schwarz angezeichnete Flügelräder, von denen jedes in einem eigenen Gehäuse umläuft, aufgekeilt. Die einzelnen Gehäuse sind durch Kanäle miteinander verbunden. Nach Angabe des Pfeiles fließt das Wasser in Richtung der Achse dem äußersten Flügelrade links zu und wird durch dieses

¹⁾ Schweizerisches Patent 14657 (Gebrüder Sulzer).

in den das Rad umgebenden Leitapparat geschleudert. Hier wird ein Teil der Wassergeschwindigkeit in Druck verwandelt. Unter Druck fließt das Wasser durch die Verbindungskanäle dem zweiten Rade wiederum parallel zur Achse zu. In der gleichen Weise wie vorher fließt das Wasser von hier dem dritten und den folgenden Rädern bis zum sechsten Rade zu, derart, daß durch jedes Rad nebst Leitapparat der Druck des Wassers

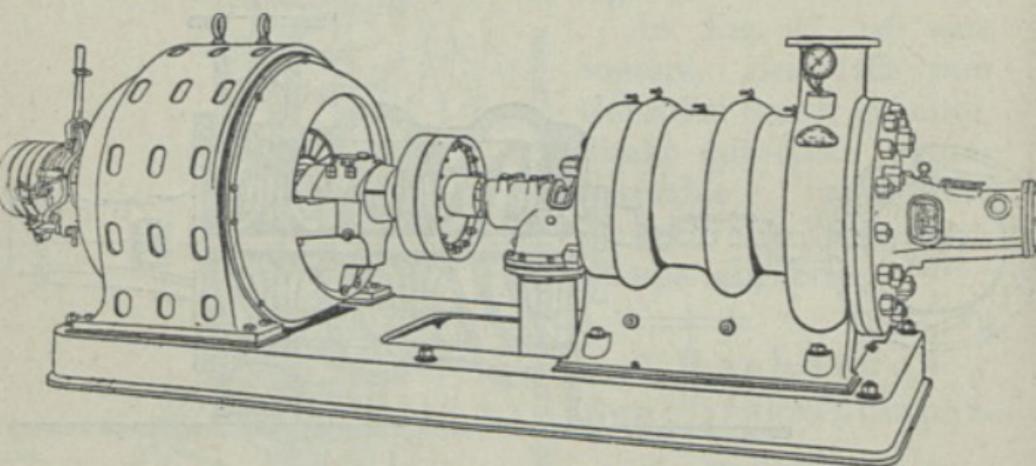


Fig. 49. Elektrisch angetriebene Hochdruck-Zentrifugalpumpe.
Gebrüder Sulzer, Winterthur.

weiter gesteigert wird. Durch den oberen Stutzen fließt das Wasser schließlich zum Druckrohr ab.

Für Wasserhaltungsanlagen sind die Hochdruck-Zentrifugalpumpen entweder in Etagen übereinander aufgestellt, so daß das Druckrohr der unteren Pumpe gleichzeitig das Saugrohr der nächsthöheren bildet, oder es sind die hintereinander geschalteten Pumpensätze auf gleicher Sohle aufgestellt. Eine solche Anlage ist von Gebrüder Sulzer für die Gewerkschaft Victor in Rauxel

in Westfalen geschaffen worden. Es sind hier zwei in derselben Kammer stehende Pumpensätze auf Druck hintereinander geschaltet; sie fördern 7 cbm/min aus 500 m Teufe. Der Wirkungsgrad der Pumpen beträgt hierbei zwischen 76 und 77⁰/₀.

In der Fig. 49 ist die Ansicht einer mit einem Elektromotor gekuppelten liegenden Hochdruck-Zentrifugalpumpe dargestellt, während die Fig. 50 eine für ein Bergwerk bestimmte elektrisch angetriebene Senkpumpe zeigt. Motor und Pumpe sind hierbei in einen gemeinsamen Rahmen eingebaut, der, an starkem Seile hängend, dem Fortschritt der Abteufung entsprechend gesenkt wird.

§ 16. Pulsometer.

Die Fig. 51 zeigt einen von Schäffer & Budenberg in Magdeburg-Buckau ausgeführten Pulsometer. Der Apparat besteht aus zwei nebeneinander liegenden Kammern *A* und *A*₀. Hinter diesen liegen die beiden Ventilkästen, deren jeder ein Saugventil *S* und ein Druckventil *D* enthält. Die unten und oben angeschlossenen Rohrstutzen für den Anschluß der Saug- und Druckleitung sind beiden Ventilkästen gemeinsam.

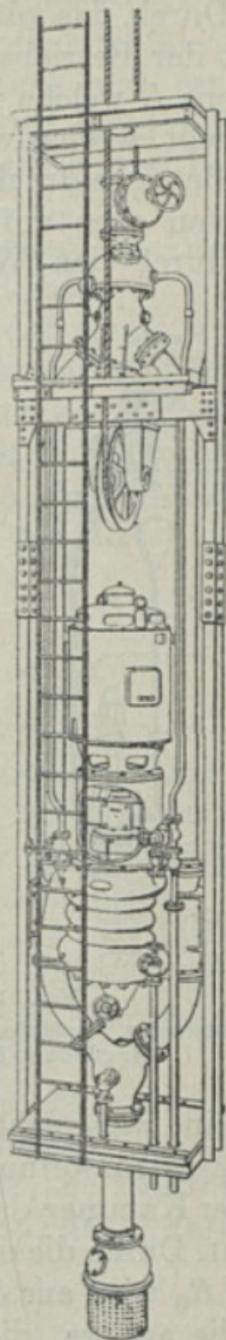


Fig. 50. Elektrisch angetriebene Senkpumpe. Gebrüder Sulzer, Winterthur.

Durch das oben im Bilde angedeutete Dampfventil tritt der Betriebsdampf ein und wird durch die Steuerklappe f , welche A und A_0 abwechselnd öffnet und abschließt, wechselweise in eine der Kammern eingelassen. Im Betriebe drückt nun der Dampf z. B. in der Kammer A_0 von oben auf die freie Wasseroberfläche und senkt hierdurch den Wasserspiegel, gleichzeitig das Wasser

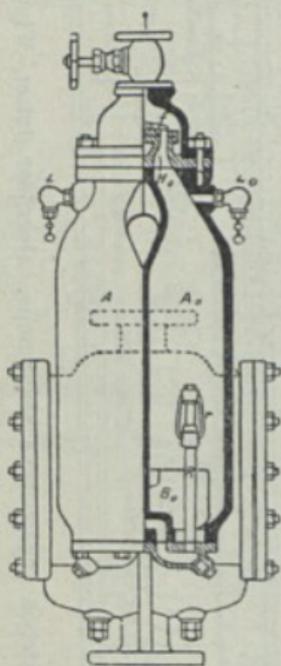
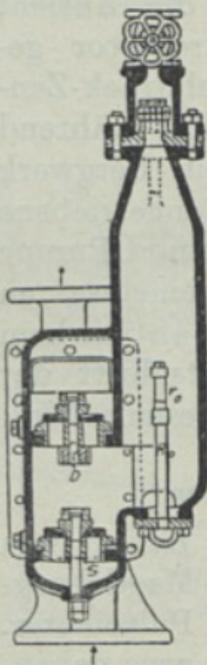


Fig. 51.

Pulsometer. Schaffer & Budenberg,
Magdeburg-Buckau.



zum Druckventile D hinausdrückend. Sinkt nun der Wasserspiegel unter die Oberkante der Öffnung B_0 , so tritt durch die plötzliche Mischung von Dampf und Wasser eine starke Kondensation des Dampfes und damit eine Druckverminderung ein. Durch diese wird die Geschwindigkeit des von oben zuströmenden Dampfes derart gesteigert, daß dieser die Klappe f mitreißt und abschließt. Gleichzeitig gibt die

um eine wagerechte Achse drehbare \setminus -förmige Klappe die Einströmöffnung nach A dem Dampf frei, so daß in dieser Kammer das gleiche eben in A_0 beendete Spiel beginnt. Durch die mit Ventilen r und r_0 versehenen Rohre R und R_0 wird aus der jedesmaligen Druckkammer Wasser in die andere, die Kondensationskammer, eingespritzt.

Je stärker der Druck in der einen Kammer ist, d. h. je schneller sich diese entleert, desto stärker ist die Einspritzung und damit die Kondensation und erneute Füllung der anderen Kammer. Es wird hierdurch erreicht, daß die Druck- und Saugperioden in beiden Kammern gleichzeitig abschließen.

L und L_0 sind luftsaugende Ventilchen, die zur Abschwächung der Kondensationsstöße dienen.

Die Pulsometer haben den Vorteil, daß sie außer den Ventilen keine dem Verschleiß unterworfenen Teile besitzen, daß sie daher weder Schmierung noch Packung gebrauchen. Der Dampfverbrauch läßt sich durch Verstellen des Dampfeinlaßventils regeln. Die Dampfspannung muß $1-1\frac{1}{2}$ at höher sein, als die zu überwindende Druckhöhe.

§ 17. Injektoren¹⁾.

Bei den Injektoren oder Dampfstrahlpumpen wird die lebendige Kraft des aus einer Düse mit hoher Geschwindigkeit ausströmenden Dampfes zur Wasserförderung benutzt. Das geförderte Wasser mischt sich mit dem Betriebsdampfe und schlägt diesen nieder. Die Bewegungsenergie des Dampfes wird auf das Gemisch übertragen, dessen Geschwindigkeit entsprechend der vergrößerten Masse geringer wird als die ursprüngliche Geschwindigkeit des Dampfes.

Die dem Injektor in der Zeiteinheit zufließende Dampfmenge ist von dem zur Verfügung stehenden Dampfdruck und dem Düsenquerschnitt, die zufließende Wassermenge von der Gefällhöhe und dem Ausfluß-

¹⁾ 1858 von Giffard erfunden.

querschnitt abhängig. Fließt zu viel Wasser zu, so ergibt sich daraus eine geringere Wassertemperatur im Druckrohre, ebenso wie bei geringerem Wasserzufluß das Wasser im Druckrohre wärmer wird. Bei zu schwachem Wasserzufluß wird der Dampf nicht mehr vollständig niedergeschlagen, bei zu starkem Wasserzufluß genügt der in den Apparat eintretende Dampf nicht zu der erforderlichen Beschleunigung des Gemisches. In beiden Fällen genügt die lebendige Kraft des das Druckrohr durchströmenden Gemisches nicht zur Eröffnung des Druckventils: der Injektor versagt.

In obigem Beispiele ist angenommen, daß das Wasser dem Injektor zufließt. Wenn, wie es vielfach der Fall ist, der Injektor das Wasser anzusaugen hat, so ist ein Teil der lebendigen Kraft des zuströmenden Dampfes zur Erhaltung des Vakuums im Apparate zu verwenden, die Fördermenge wird dadurch vermindert. Da bei Beginn zunächst die Luft, welche die Dampfdüse umgibt, durch den austretenden Dampfstrahl entfernt und sodann das angesaugte Wasser durch den atmosphärischen Luftdruck beschleunigt werden muß, so finden im Anfange Dampfstauungen statt, die beseitigt werden müssen.

Den zum Betriebe eines für Kesselspeisung benützten Injektors erforderlichen Wärmebedarf berechnet Zeuner in seiner „Thermodynamik“ nach der Formel:

$$Q = G [q_1 - q + A \cdot v (p_1 - p) + A \cdot h].$$

Es bedeuten:

- G die geförderte Wassermenge in kg,
- q die Flüssigkeitswärme von 1 kg Speisewasser in WE,
- q_1 die Flüssigkeitswärme von 1 kg Kesselwasser in WE,

v das Volumen von 1 kg Wasser in cbm (gleiches Volumen für das dem Injektor zufließende Speisewasser und für das Kesselwasser angenommen),

$A = \frac{1}{427}$ das mechanische Wärmeäquivalent,

p_1 den Dampfdruck im Kessel in kg/qm,

p den Ansaugedruck des Speisewassers vor der Mischdüse in kg/qm,

h die Saughöhe in m.

Es folgt hieraus, daß der Wärmebedarf eines Injektors nur abhängig ist von der zu fördernden Wassermenge, von dem zu überwindenden Gegendruck und auch davon, ob, wie in der Formel angenommen, das Speisewasser angesaugt werden muß, oder ob es dem Apparat zufließt. Der Wärmebedarf ist aber nach Zeuner unabhängig von der Menge und der Beschaffenheit des Betriebsdampfes. Es ist demnach auch möglich, mittels eines besonders gebauten Injektors durch den Abdampf einer Maschine deren Betriebsdampfkessel zu speisen.

Nach Versuchen von Dipl.-Ing. Michel¹⁾ ist das geförderte Wassergewicht etwa 5 bis 15 mal so groß als das Gewicht des verbrauchten Betriebsdampfes. Das spezifische Gewicht der aus der Mischdüse austretenden Flüssigkeit ist kleiner als 1. Anzunehmen ist also, daß an dieser Stelle der Betriebsdampf noch nicht völlig niedergeschlagen ist.

Aus der von Zeuner angegebenen Formel geht hervor, daß ein Teil der verbrauchten Wärme zur Arbeitsleistung benützt wird, um das Speisewasser anzusaugen und um danach dessen Druck bis auf die Kesselspannung

¹⁾ Zeitschr. d. Vereins Deutsch. Ing. 1906, S. 1946.

zu steigern. Die Wärmemenge, die durch den Betriebsdampf dem Kessel entzogen wird, ist demnach um diesen Betrag größer als die ihm durch das Speisewasser wieder zugeführte Wärmemenge. Andererseits wird die Steigerung der Flüssigkeitswärme des Speisewassers bis auf diejenige des Kesselwassers nur teilweise durch Mischung mit dem aus dem Betriebsdampfe entstandenen Kondenswasser erhalten, zum anderen Teile aber erst im Kessel selbst gewonnen.

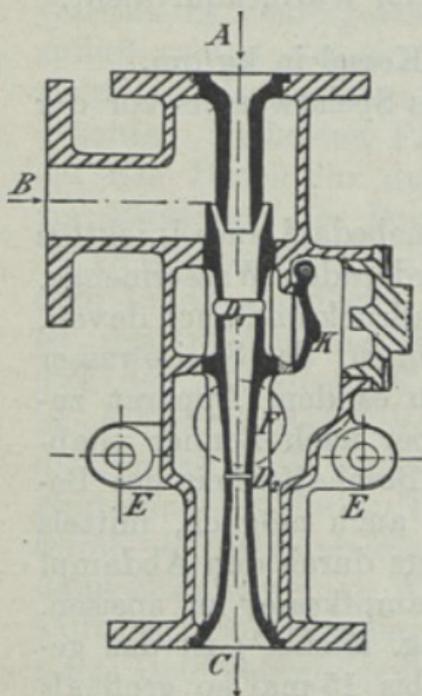


Fig. 52. Sicherheits-Injektor.
Gebr. Körting,
Körtingsdorf bei Hannover.

Alle Injektoren arbeiten mit sehr hohem Dampfverbrauch. Da das Kondensat dieses Dampfes aber zugleich mit dem gespeisten Wasser wieder in den Kessel gelangt, so geht diesem hierbei keine Wärme verloren. Für andere Zwecke als zur Kesselspeisung sind Injektoren aus dem erwähnten Grunde nicht vorteilhaft.

a) Sicherheits-Injektor von Körting.

Der Zufluß von Dampf (A) und Wasser (B), sowie der Abfluß des Gemisches (C) zum Kessel sind in der Fig. 52 angegeben. Durch den die Dampfduüse umgebenden Ringraum findet der Eintritt des Wassers in die Mischdüse statt. Der Injektor ist ein saugender.

Die Stauungen des Dampfes, welche vor dem Ansaugen, aber auch bei späterem Eintritt von Luft in die Saugleitung (bei stark schwankendem Wasserspiegel im Behälter) entstehen, werden unschädlich dadurch, daß dann der Dampf durch den Spalt *D* in das die Düsen umgebende Gehäuse entweicht. Durch seinen gesteigerten Druck stößt er nun die Klappe *K* auf und entweicht durch das Schlabberrohr *F* ins Freie. Den gleichen Weg nimmt vor Erreichung des Beharungszustandes das dann noch nicht ausreichend beschleunigte Wasser. Der Injektor trägt seinen Namen daher, daß er ohne erneutes Anstellen nach Eintritt von Luft in die Saugleitung selbsttätig mit Sicherheit von neuem ansaugt.

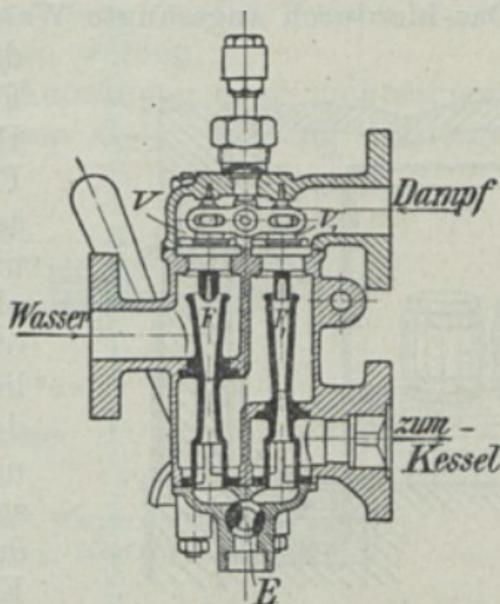


Fig. 53.

Körtings Universalinjektor.

Der Sicherheits-Injektor speist kaltes Wasser bei Saughöhen bis $3\frac{1}{2}$ m und zufließendes warmes Wasser bis zu einer Temperatur von 42° C.

β) Körtings Universal-Injektor.

Der sogenannte Universal-Injektor von Körting (Fig. 53) besteht aus zwei in einem gemeinsamen Gehäuse untergebrachten Injektoren, deren einer das

Wasser ansaugt und dem anderen zudrückt, der es darauf in den Kessel hineinspeist.

Durch eine Drehung des hinter dem Apparate sichtbaren Handhebels, der mit dem unteren Hahnküken *E* verbunden ist, wird zunächst durch das kleine Ventil *V* in den linken Injektor der Figur Dampf eingelassen. Das hierdurch angesaugte Wasser fließt zunächst durch

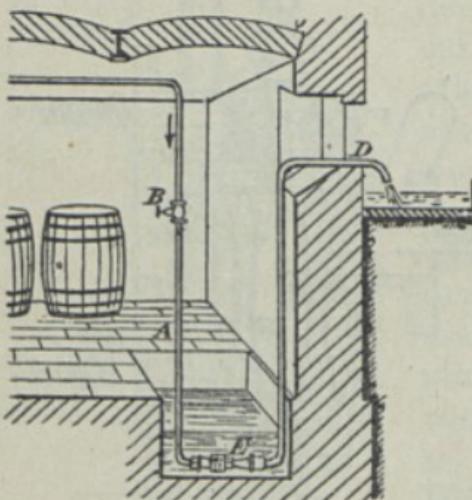


Fig. 54. Anordnung einer nicht-saugenden Wasserstrahlpumpe.
Gebr. Körting,
Körtingsdorf bei Hannover.

das Hahnküken *E* ins Freie ab. Wird nun der Handhebel weiter, in der Figur nach rechts gedreht, so wird *E* abgeschlossen und gleichzeitig das zweite obere Dampfventil *V*₁ geöffnet. Nun wird das links angesaugte Wasser der Düse *F*₁ zugeführt und mittels des hier zuströmenden Dampfes durch das Speiseventil in den Kessel hineingedrückt.

Die Universal-Injektoren haben Injektoren mit nur einem Düsensystem gegenüber den Vorteil, daß

sie sehr hohe Saughöhen (bis zu 6,5 m) überwinden, und daß sie bei zufließendem Wasser dessen Vorwärmung bis ca. 65° C gestatten.

§ 18. Ejektoren.

Die Ejektoren sind den Injektoren ähnliche Strahlapparate, die aber nur zur Überwindung geringerer Druckhöhen bestimmt sind und deshalb auch ohne Vor-

handensein eines Schlabberrohres in Betrieb gesetzt werden können. Die Betriebskraft wird durch zuströmendes Druckwasser gegeben. Letzteres kann z. B. in Anwendung kommen, wenn es sich um die Hebung geringer Wassermengen aus tief gelegenen Kellern in die höhere städtische Kanalisationsleitung handelt. Dann kann der Ejektor zu dem Zwecke einfach an die Wasserleitung angeschlossen werden.

In der Fig. 54 ist die Anordnung einer nichtsaugenden Wasserstrahlpumpe von Gebr. Körting wiederge-

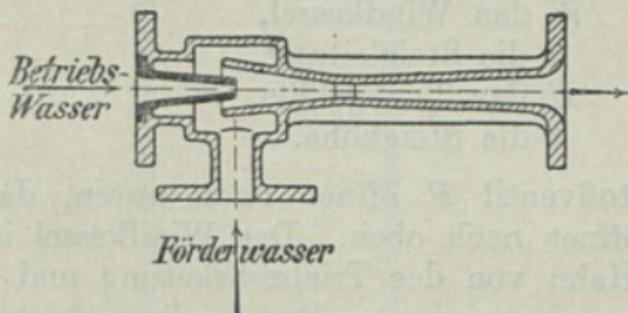


Fig. 55. Saugende Wasserstrahlpumpe.
Schäffer & Budenberg, Magdeburg-Buckau.

geben. Durch das Rohr *A*, welches bei *B* ein Absperrventil besitzt, fließt das Betriebswasser der Pumpe *E* zu und reißt hier durch die außen im Pumpenkörper angebrachten Löcher das zu hebende Wasser mit sich fort. Bei *D* erfolgt der Ausguß des Wassers.

§ 19. Hydraulische Widder.

Der von den Franzosen Montgolfier erfundene hydraulische Widder nutzt den Stoßdruck des dem Apparate zufließenden Wassers dazu aus, um einen Teil dieses Wassers zu heben. Wird nämlich die in einem Rohre fließende Wassermenge durch plötzliche Absperrung des

Rohres gehemmt, so treten Drücke auf, die ein Vielfaches des im Ruhezustande herrschenden hydrostatischen Druckes betragen. Derartige Wasserstöße können an jeder Wasserleitung wahrgenommen werden.

In der Fig. 56, die eine schematische Darstellung einer Widderanlage gibt, bedeutet

- R* den Quellwasserbehälter,
- L* die Triebrohrleitung,
- P* das Stoßventil,
- S* das Steigventil,
- W* den Windkessel,
- l* die Steigleitung,
- H* das Triebgefälle,
- h* die Steighöhe.

Das Stoßventil *P* öffnet nach unten, das Steigventil *S* öffnet nach oben. Der Windkessel ist durch je einen Hahn von der Triebrohrleitung und von der Steigleitung abzusperren. Durch einen dritten Hahn kann das Wasser aus dem Windkessel abgelassen und dieser frisch mit Luft gefüllt werden. (Die Hähne sind in der Figur fortgelassen.)

Im Ruhezustande ist das Stoßventil durch den von unten wirkenden hydrostatischen Druck geschlossen gehalten und der Wasserspiegel in der Steigleitung in gleicher Höhe mit demjenigen des Quellwasserbehälters. Wird nun das Stoßventil z. B. durch Druck der Hand nach unten geöffnet und dann freigegeben, so wird Wasser durch das Stoßventil ausfließen und die Wassersäule in der Triebrohrleitung beschleunigt werden. Durch das ausfließende Wasser wird aber das Stoßventil mitgenommen und bald ganz geschlossen. Die plötzlich gehemmte Wassermasse staut zurück und

drückt das Steigventil auf. Ein Teil des Wassers tritt in den Windkessel ein, drückt die darin enthaltene Luft zusammen und tritt in die Steigleitung ein. Infolge wiederholten Niederdrückens des Stoßventils beginnt das ganze Spiel von neuem und der Luftdruck

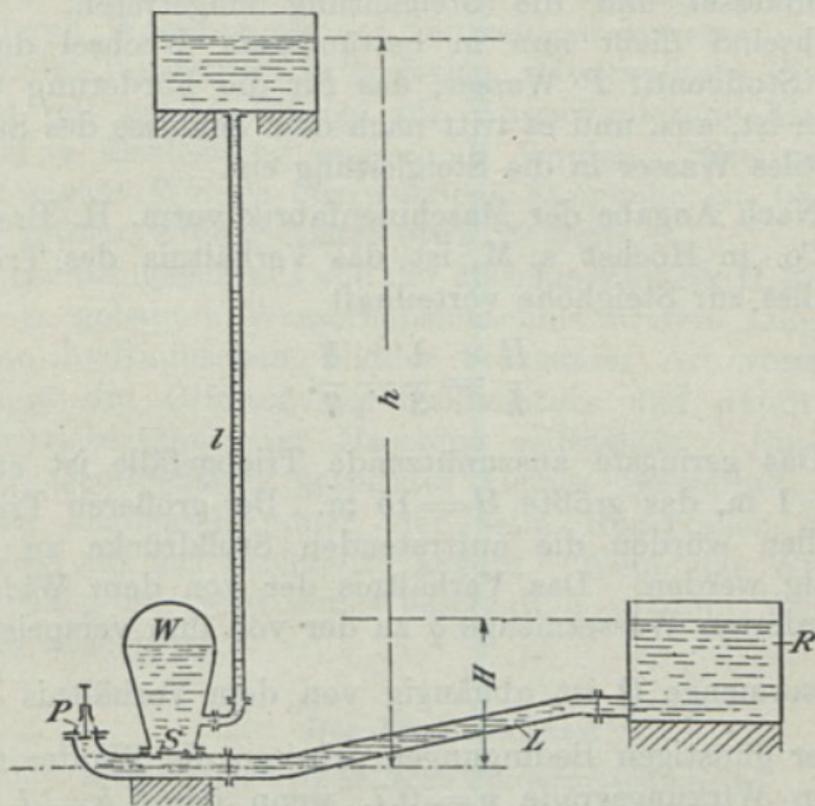


Fig. 56. Schema eines hydraulischen Widders.

im Windkessel wird weiter gesteigert. Während der Stoßdruck zunächst nicht bis zu der dem Gefälle H entsprechenden Größe anwachsen konnte, da er sofort nach dem Windkessel hin einen Ausweg fand, erreicht er jetzt seinen vollen Wert. Damit zusammenhängend tritt nun auch ein entsprechender stärkerer Rückstau

unterhalb des Stoßventiles ein. Eine Folge davon ist, daß der Druck hier im Momente des Rückstauens geringer wird und das Ventil P daher unter dem Einflusse seines Gewichtes öffnet. Unter der Einwirkung des Stoßdruckes ist vorher ein Teil des Wassers in den Windkessel und die Steigleitung eingetreten. Abwechselnd fließt nun in beständigem Wechsel durch das Stoßventil P Wasser, das für die Förderung verloren ist, aus, und es tritt nach dem Schlusse des Stoßventiles Wasser in die Steigleitung ein.

Nach Angabe der Maschinenfabrik vorm. H. Breuer & Co. in Höchst a. M. ist das Verhältnis des Triebgefälles zur Steighöhe vorteilhaft

$$\frac{H}{h} = \frac{1}{3} \div \frac{1}{7}$$

Das geringste auszunützendende Triebgefälle ist etwa $H = 1$ m, das größte $H = 15$ m. Bei größeren Triebgefällen würden die auftretenden Stoßdrücke zu gewaltig werden. Das Verhältnis der von dem Widder geförderten Wassermenge q zu der von ihm verspeisten Wassermenge Q ist abhängig von dem Verhältnis $\frac{H}{h}$.

Unter günstigen Bedingungen arbeiten die Widder mit einem Wirkungsgrade $\eta = 0,7$, wenn dann $h = 7 H$, so gilt:

$$q \cdot h = \eta \cdot Q \cdot H,$$

$$q = \eta \cdot \frac{Q \cdot H}{h},$$

$$q = \frac{Q}{10},$$

d. h. $\frac{1}{10}$ des dem Widder zufließenden Wassers wird in die Höhe h gefördert, $\frac{9}{10}$ des Speisewassers gehen verloren. Die hydraulischen Widder sind demnach nur am Platze, wenn ein gewisser Wasserüberschuß vorhanden ist. Sie haben aber den großen Vorteil, daß sie, einmal in Gang gesetzt, arbeiten, ohne irgendwelcher anderen Wartung als der zeitweiligen Erneuerung der Luft im Windkessel zu bedürfen. Hydraulische Widder sind mit gutem Erfolge zur Wasserförderung bis auf 1000 m Entfernung angewandt worden. Die größte mit einem Widder überwundene Steighöhe ist 100 m, der größte Widder leistet etwa 20 l/min.

Bei der gleichfalls von der Maschinenfabrik H. Breuer & Co. gebauten Wasserhebemaschine System Löh, die einen hydraulischen Widder besonderer Art vorstellt, erfolgt die Öffnung des Stoßventiles und damit die Inbetriebsetzung der Maschine selbsttätig. Ein aus dem Quellbehälter gespeistes kleines Wasserrad hebt einen kleinen Hammer, der beim Herabfallen einen Schlag auf das Stoßventil ausübt. Wenn der Widder im Gang ist, wird der Wasserzufluß zu dem Wasserrade abgesperrt.

§ 20. Der Hydropulsator¹⁾.

Selbsttätige hydraulische Fördermaschine für große Wassermengen von geringem Gefälle.

Der Hydropulsator ist eine Vereinigung von Wasserkraftmaschine und Pumpe, die sich durch außerordentliche Einfachheit auszeichnet und einen ganz neuen

¹⁾ Erfinder ist Herr Baurat Abraham, Charlottenburg. Inhaber für In- und Auslandspatente ist „Hydropulsator, G. m. b. H. zu Altona-Ottensen“.

Konstruktionsgedanken verwirklicht. In Fig. 57 ist das Schema der Maschinenanlage angedeutet. Nur ein einziger beweglicher Teil, ein mit mäßiger Umdrehungszahl umlaufendes Kreisrad ist vorhanden. Dieses hat zwei verschiedene Gruppen von Zellen. Die eine zur Aufnahme des Betriebswassers bestimmte Zellengruppe *c* ist nach dem Betriebswasser zu offen, die andere für die Wasserförderung bestimmte Zellengruppe *d* hat nach

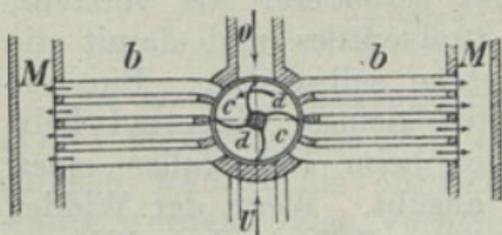
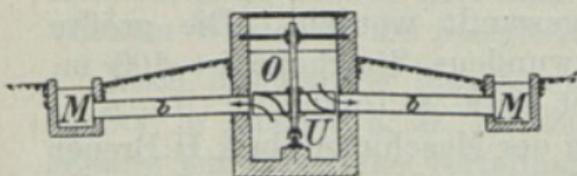


Fig. 57. Schema eines Hydropulsators.
Hydropulsator, G. m. b. H., Altona-Ottensen.

dem Unterwasser hin gerichtete Öffnungen. Sämtliche Zellen sind nach dem Radumfang hin geöffnet. An den Radumfang schließen sich außen die zur gemeinsamen Fortleitung des Betriebs- und Förderwassers bestimmten Triebrohre *b* an.

Die Wirkungsweise¹⁾ ist im Prinzip einfach. Das Kraftwasser wird in den Oberraum *O* des

Brunnens *A*, das zu hebende Wasser in den Unterraum *U* eingeleitet. Beide Räume sind durch das Laufrad voneinander getrennt. Das Druckwasser strömt durch die Zellen *c* in die Triebrohre und dreht dabei das Laufrad in der durch den Pfeil bezeichneten Richtung herum. Infolge dieser Drehung kommt dann bald die benachbarte Zelle *d* vor das betreffende Rohr *b*; letzteres ist damit vom Druckwasser abgeschlossen, dafür aber mit dem Unter-

¹⁾ Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft 1910, Nr. 2.

wasser in Verbindung. Dieses wird von dem im Rohr *b* befindlichen, infolge seiner lebendigen Kraft dem Ausgange zustrebenden Wasser aus dem Raum *U* nachgesaugt. Durch die Weiterdrehung des Laufrades strömt immer abwechselnd Druckwasser und Saugwasser in die Rohre *b* ein, und beides fließt gemeinsam in den Kanal *M* ab.

Soll der Hydropulsator als Druckpumpe dienen, so wird das Kraftwasser von *M* durch *b* zugeführt. Es versetzt das Laufrad in Drehung und gelangt so abwechselnd durch *d* in den Ablauf *U* oder wird nach *c* gedrängt und fließt nach *O* ab.

Fig. 58 stellt einen Schnitt durch das auf der Weltausstellung 1910 in Brüssel ausgestellte Laufrad eines Hydropulsator-Modells dar.

Die Wasserförderung ist, da viele Triebrohre vorhanden sind, deren Wirkungen sich ausgleichen, fast gleichförmig. Der Hydropulsator ist daher für große Wassermengen verwendbar.

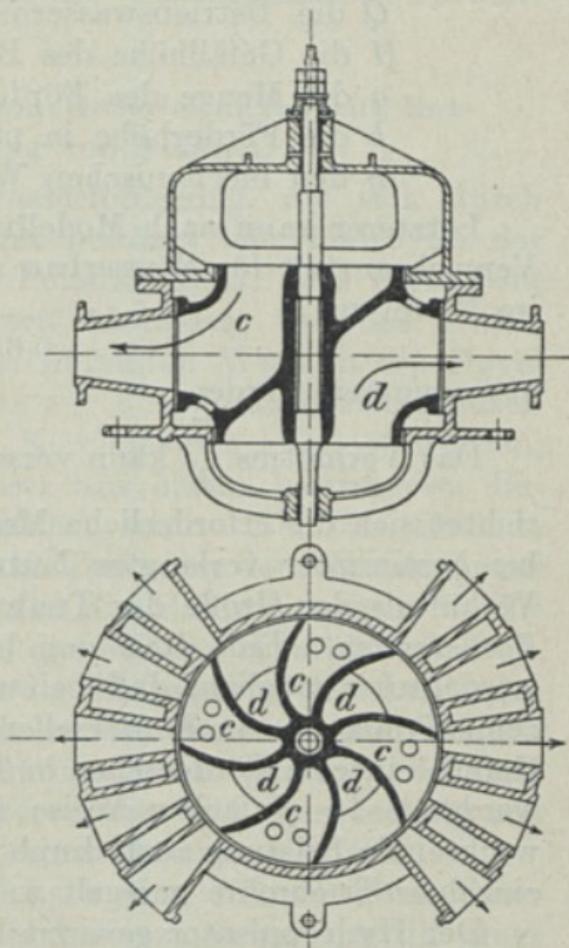


Fig. 58. Laufrad eines Hydropulsators mit den Anschlüssen der Triebrohre.

Die Arbeitsgleichung der Maschine lautet

$$Q \cdot H \cdot \eta = q \cdot h.$$

Hierin bedeuten:

- Q die Betriebswassermenge in l/sek,
 H die Gefällhöhe des Betriebswassers in m,
 q die Menge des Förderwassers in l/sek,
 h die Förderhöhe in m,
 η den mechanischen Wirkungsgrad.

Letzterer kann nach Modellversuchen in der Königl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau zu Berlin im Mittel zu

$$\eta = 0,65$$

angenommen werden.

Das Verhältnis $\frac{H}{h}$ kann verschieden sein. Nach ihm richtet sich die erforderliche Menge des Betriebswassers bei bestimmter verlangter Nutzleistung und auch das Verhältnis der Größe der Treibzellen zu derjenigen der Förderzellen. Eine Regelung bei wechselndem Gefälle ist dadurch möglich, daß bei wachsendem Gefälle einzelne Treibzellen in Förderzellen und bei abnehmendem Gefälle einzelne Förderzellen in Treibzellen umgeschaltet werden. In einfacher Weise kann die Maschine für wechselnde Leistung auch durch Öffnung oder Verschuß einzelner Triebrohre geregelt werden.

Der Hydropulsator gewinnt besonderes Interesse dadurch, daß er die Ausnützung der Ebbe und Flut für Ent- und Bewässerung von Ländereien ermöglichen wird. Die erste derartige Anlage wird bei Hüll a. d. Oste (Reg.-Bezirk Stade) ausgeführt. Es ist ferner geplant, durch Hydropulsatoren dort, wo im Flachlande bei geringem Gefälle große Wassermengen zur Verfügung

stehen, durch Absaugen des Unterwassers oder durch Hochdrücken des Oberwassers das vorhandene Gefälle zu vergrößern. Auch zur Ersparung von Wasser bei Schiffahrtsschleusen soll der Hydropulsator Verwendung finden.

§ 21. Anwendung von Heberleitungen zur Entwässerung von Städten.

Eine eigenartige Wasserförderung, die sich durch lange Jahre hindurch gut bewährt hat, findet bei der Entwässerungsanlage in Potsdam statt. Das Verbot der Behörde, die ungeklärten Abwässer, wie das früher geschehen war, auf dem kürzesten Wege in die Havel eintreten zu lassen, hatte zur Folge, daß dort an einzelnen Punkten der Stadt Klärstationen angelegt wurden, denen das Schmutzwasser aus einem bestimmten Bezirk zur Klärung zugeführt wird. Da das Gelände außerordentlich flach, zum Teil unter dem Wasserspiegel der Havel gelegen ist, und die Hauptleitungen, welche den einzelnen Stationen das Wasser zuzuführen haben, lang sind, so würden die Endpunkte der Leitungen sehr tief unter Flur sich ergeben haben, wenn lediglich Gefälleleitungen angewandt worden wären. Die tiefe Verlegung der Leitungen erwies sich aus technischen und finanziellen Rücksichten als unausführbar.

Auf Vorschlag und nach den Plänen vom Vater des Verfassers wurde deshalb zunächst nur in einer Vorstadt die Anordnung so getroffen, daß das Schmutzwasser mit natürlichem Gefälle nur sogenannten Sammelbrunnen, die in der Stadt verteilt sind, zufließt. Durch Herrn Stadtbaurat Nigmann wurde später die Kanalisationsanlage für die ganze Stadt ausgebaut. Die Zahl der Sammelbrunnen ist größer (8) als diejenige

der Klärstationen (3). Die Länge der Zuführungsleitungen und damit die Tiefenlage der Leitungsmündungen werden daher geringer. Sämtliche Sammelbrunnen eines Bezirkes sind an eine gemeinsame Leitung, die Heberleitung *H*, angeschlossen, welche nach der Klärstation geführt ist und dort in einen Tiefbrunnen *T* einmündet. Diese Mündung ist mehrere Meter tiefer gelegen als die Rohrmündungen in den Sammelbrunnen.

Die Fig. 59 zeigt das Schema der Anordnung. Durch die Gefälleleitung *G* fließt das Wasser dem Sammelbrunnen *S* zu und wird aus diesem durch das Heber-

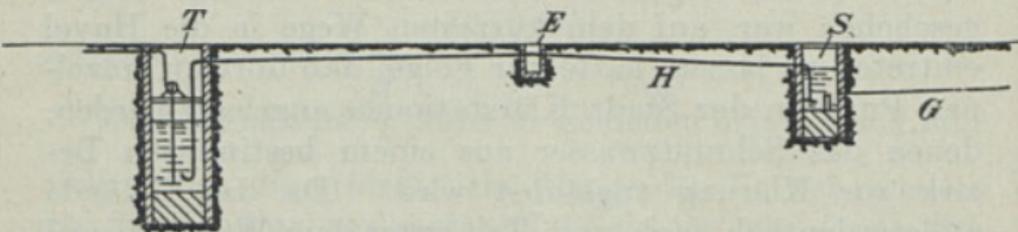


Fig. 59. Schema der Heberleitung in Potsdam.

rohr *H* entnommen und dem Tiefbrunnen *T* zugeführt. Das Wasser des Tiefbrunnens wird durch Zentrifugalpumpen gehoben und den Klärapparaten¹⁾ zugeführt, aus denen es als reine Flüssigkeit der Havel zufließt. Die Mündung des Heberrohres im Sammelbrunnen ist durch einen Schieber, der mit einem Schwimmer verbunden ist, zu verschließen. Sinkt der Wasserstand und mit ihm der Schwimmer, so schließt der Schieber ab, hebt sich dagegen der Schwimmer, so öffnet der Schieber. Der Eintritt von Luft in die Heberleitung an dieser Stelle bei Entleerung des Sammelbrunnens ist so

¹⁾ Siehe Bändchen: „Das Wasser und seine Verwendung in Industrie und Gewerbe.“ S. G. Nr. 261.

vermieden. Zum gleichen Zwecke ist die Hebermündung im Tiefbrunnen U-förmig nach oben gebogen. Da trotzdem aber aus der im Rohre enthaltenen Jauche sich Gase ausscheiden, so ist für deren Entfernung Sorge getragen. Zu dem Zwecke ist die Heberleitung steigend und fallend verlegt worden, so daß die ausgeschiedenen Gase sich an den Scheitelpunkten *E* der Leitung ansammeln. Zum Austreiben dieser Gase wird die Heberleitung auf der Klärstation durch einen Schieber verschlossen und mit Druckwasser, welches in den Sammelbrunnen Ventile zum Abschluß bringt, aufgefüllt. Die an den Scheiteln angesammelte Luft wird dann durch dort vorgesehene Ventile hinausgepreßt. Die Gefahr der Entstehung von schädlichen Ablagerungen ist infolge der hohen Wassergeschwindigkeit im Heberrohre gering. Zum Zwecke der Reinigung ist ferner Spülung von der Wasserleitung aus vorgesehen und sind hierfür bestimmte Anschlüsse angebracht.

§ 22. Humphrey-Pumpe.

Die von der Pump and Power Company, London, gebaute Humphrey-Pumpe arbeitet mit innerer Verbrennung gasförmiger Brennstoffe. Der Arbeitsvorgang besteht wie derjenige einer Gasmaschine aus 4 Perioden. Der Maschinenkolben ist aber durch die in der Rohrleitung der Pumpe hin und her pendelnde Wassersäule ersetzt.

Der Aufbau der Pumpe ist außerordentlich einfach. *A* ist die Verbrennungskammer, in welcher der Arbeitsprozeß des zum Betriebe benützten Generator- oder Leuchtgases usw. vor sich geht. Auf der Decke der Verbrennungskammer sind die Ventile für den Einlaß von Gas und Luft und für den Auslaß angeordnet, die in ebenso einfacher wie sinnreicher Weise gesteuert und

abwechselnd verriegelt werden, um eine gleichzeitige Öffnung von Einlaß und Auslaß zu vermeiden. Außerdem ist der Funkenzündungsapparat oben an der Verbrennungskammer montiert.

Darunter befindet sich die Saugventilkammer *B*, die von einer ringförmigen zum Unterwasserbehälter gehörenden Kammer umgeben ist. Die Saugventile sind einfache federbelastete Pilzventile, die über die ganze

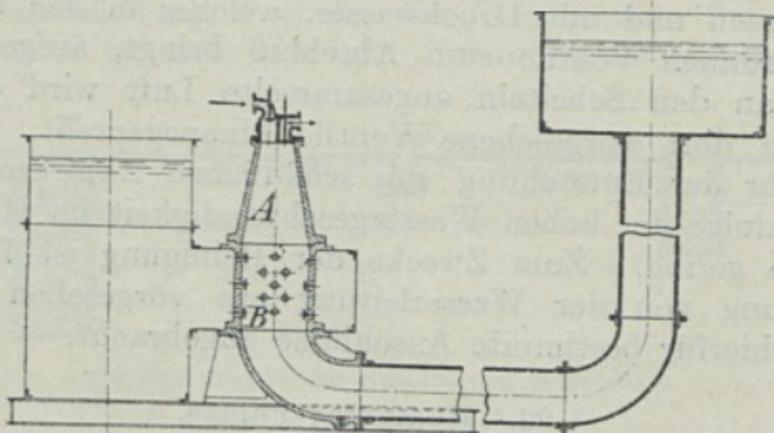


Fig. 60. Schema einer Humphrey-Pumpe.

The Pump and Power Company Limited, London.

Mantelfläche der Kammer in großer Anzahl verteilt sind. An die Kammer *B* ist durch einen Krümmer die zum Hochbehälter führende Druckleitung angeschlossen. In diesem Teile der Anlage befinden sich keinerlei bewegte Teile, Ventile usw.

Der Arbeitsvorgang der Pumpe ist folgender. Wenn durch die Zündung die in dem oberen Teile der Kammer *A* eingeschlossene und komprimierte Füllung zur Explosion gebracht wird, so wird die in dem darunterliegenden ungleichschenkligen U-förmigen Rohre be-

findliche Wassersäule nach dem Hochbehälter hin in Bewegung gesetzt. Alle Ventile sind bei dem Eintritt der Zündung geschlossen. Während nun die Wassersäule sich von der Verbrennungskammer entfernt, tritt in dieser Expansion ein. Der Gasdruck sinkt, da die Wassermasse sich infolge ihres Beharrungsvermögens weiter bewegt, bis unter den atmosphärischen Druck. Es tritt daher Saugwirkung ein. Das Gasauslaßventil öffnet sich, desgl. ein Spülventil, durch welches Luft zum Ausspülen der Verbrennungsgase eintritt. Durch die Saugventile fließt Wasser aus dem Unterbehälter der Kammer *B* zu. Das angesaugte Wasser folgt teilweise der im Druckrohre noch nach aufwärts in Bewegung befindlichen Wassersäule, teilweise strömt es in die Verbrennungskammer und füllt diese zum Teile auf. Nachdem darauf die aufsteigende Wassersäule zur Ruhe gekommen und ein Teil des Wassers in den Hochbehälter übergetreten ist, beginnt der Rückstrom. Die Verbrennungsgase werden durch das Auslaßventil ausgestoßen, die Geschwindigkeit des zurückstauenden Wassers steigt, bis es schließlich das Auslaßventil erreicht und dieses abschließt. Ein Teil der Spül-Luft ist nun in dem unter dem Einlaßventil gelegenen höchsten Teile der Verbrennungskammer abgeschnitten und wird durch das von unten her dagegen zurückstauende Wasser auf einen höheren als den der darüber stehenden Wassersäule des Hochbehälters entsprechenden statischen Druck zusammengedrückt. Hieraus ergibt sich eine erneute Bewegung des Wassers nach dem Hochbehälter hin. Wenn der Wasserspiegel in der Verbrennungskammer das Auslaßventil erreicht hat, so ist der Gasdruck auf den atmosphärischen gesunken. Bei der Weiterbewegung des Wassers sinkt der Druck noch tiefer.

Dann öffnet sich das Einlaßventil, so daß eine neue Füllung von Gas und Luft eintreten kann. Diese Füllung wird komprimiert, wenn die Wassersäule im Druckrohre zurückpendelt. Darauf beginnt das Spiel mit der nächsten Zündung von neuem. Ein ganzer Arbeitsprozeß setzt sich demnach aus je einer langen Expansions- und Auspuffperiode und je einer kurzen Füllungs- und Kompressionsperiode zusammen.

Das erste Anlassen der Pumpe geschieht mit komprimierter Luft, die dann durch das von Hand geöffnete Auslaßventil schnell ausgelassen wird. Hierdurch gerät die Wassersäule in anfängliche Schwingungen, die für die Einsaugung der Füllung usw. ausreichen. Im Betriebe kommt die Pumpe mit einer neuen Füllung in der Verbrennungskammer zur Ruhe. Dann ist zum neuen Beginne des Betriebes nur notwendig die Zündung des Gemisches einzuleiten.

Die Humphrey-Pumpe hat bei Versuchen, die Prof. Unwin in Dudley Port im Oktober 1909 angestellt hat, für die PS/st einen Brennstoff-Verbrauch im Generator (Anthrazit) von 0,48 bis 0,53 kg ergeben.

Zweites Kapitel.

Druckwasser-Anlagen.

§ 23. Durch Druckwasser betriebene Werkzeugmaschinen.

Überall dort, wo es sich um die Ausübung großer ohne Stoß wirkender Drücke handelt, ist die Kraftübertragung durch Druckwasser von Vorteil. Es kommt hierbei günstig in Betracht die einfache Übersetzung der

Größe des Druckes von der Erzeugungs- zu der Verbrauchsstelle. Einfach durch Anordnung von Kolben verschiedenen Querschnittes kann der Druck beliebig gesteigert werden. Ferner ist durch Anwendung von Akkumulatoren ein einfaches Mittel gegeben, den Druck aufzuspeichern. Hydraulisch betriebene Pressen werden in der Industrie vielfach angewandt, z. B. zur Herstellung von Bausteinen, zur Fabrikation der Kohlen für elektrische Bogenlampen, und besonders in der Eisenindustrie zur Bearbeitung und Formgebung von Eisen und Stahl.

a) Schmiedepressen.

Die Schmiedepressen haben vor den Dampfhämmern den Vorzug, daß sie die durch diese hervorgerufenen, für die Nachbarschaft unangenehmen und schädlichen Erschütterungen des Fundamentes vermeiden, daß sie wegen des länger anhaltenden Druckes diesen bis in das Innere des zu verarbeitenden Werkstückes übertragen und daß sie größere Kräfte auszuüben vermögen.

Die Fig. 61 zeigt eine von Breuer & Schumacher in Kalk bei Köln gebaute Schmiedepresse, welche für Drücke bis 3000 t bestimmt ist. Links in der Figur ist ein großer stehender Dampfzylinder sichtbar, dessen von Hand zu bedienende Steuerung daneben angebracht ist. Diese ist an die Steuerung des über dem Dampfzylinder aufgebauten und mit ihm durch vier stählerne Säulen verbundenen Pumpenzylinders durch ein Gestänge angeschlossen. Die Stange des Dampfkolbens ist als Plungerkolben in den oberen Pumpenzylinder hineingeführt, so daß hierdurch eine sehr starke Druckübersetzung erreicht ist. Dem Pumpenzylinder wird das Wasser aus einem höher gelegenen Behälter zugeführt.

Bei Beginn der Pressung wird eine Verbindung zwischen dem Pumpenzylinder und dem Preßzylinder geöffnet.

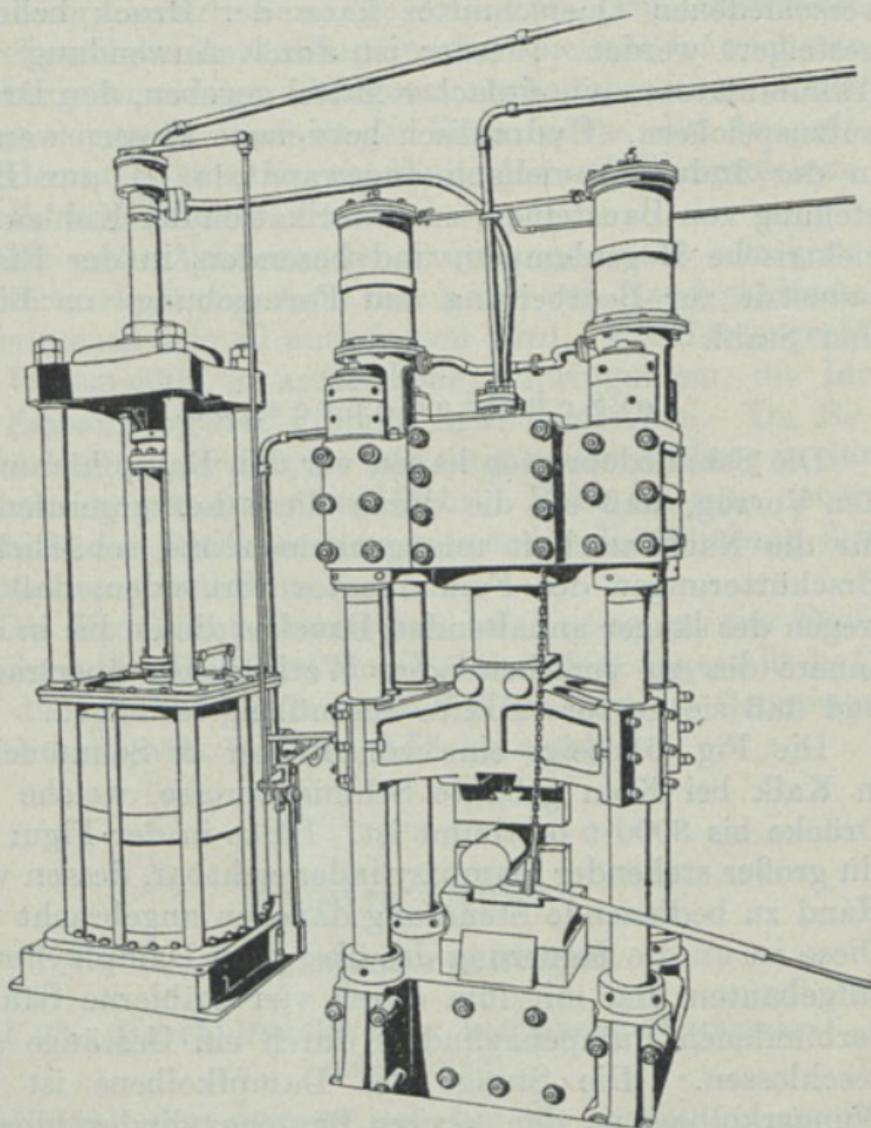


Fig. 61. Schmiedepresse. Breuer & Schumacher, Kalk bei Köln.

Das Preßwasser tritt nun aus dem Pumpenzylinder in den im oberen Holm der Schmiedepresse gelegenen

Preßzylinder und drückt den Preßkolben nach abwärts. Mit diesem ist eine seitlich an vier Stahlsäulen geführte Traverse, die unten den Preßbären trägt, verbunden. Vor Beginn der Pressung wird der Bär auf das Werkstück herabgelassen und zur Ersparung von Druckwasser die Rohrleitung des Preßzylinders aus dem oben erwähnten Behälter aufgefüllt. Dadurch, daß die untere, feste Preßbahn mit dem den Preßzylinder enthaltenden Holm durch vier Säulen verbunden ist, wird der ganze Preßdruck in der Maschine selbst aufgenommen und nicht auf das Fundament übertragen.

Oben auf dem Holm ist auf jeder Seite ein senkrechter Dampfzylinder, ein sogenannter Rückzugzylinder angeordnet. In jedem Zylinder bewegt sich ein Kolben, dessen Stange an der den Preßbären tragenden beweglichen Traverse angreift. Wird nun Dampf in diese Zylinder unter die Kolben eingelassen, so heben sich diese und ziehen damit den Preßbären vom Schmiedestück zurück.

β) Hydraulische Nietmaschinen.

Mit der Handnietung ist es nicht möglich, stärkere Niete als etwa bis zu einem Schaftdurchmesser von 26 mm zu verarbeiten. Hydraulische Nietmaschinen vernieten durch ihren sehr hohen Arbeitsdruck (bei der abgebildeten Maschine 150 t) wesentlich größere Nieten bis zu einem Schaftdurchmesser von 42 mm.

In Fig. 62 ist eine feststehende hydraulische Nietmaschine von 4 m Ausladung dargestellt, die gleichfalls von Breuer & Schumacher gebaut ist. Das U-förmige Gestell besteht aus zwei Teilen, die unten durch zwei sehr kräftige Ankerschrauben miteinander verbunden und durch Vorsprünge und Einhobelungen gegen

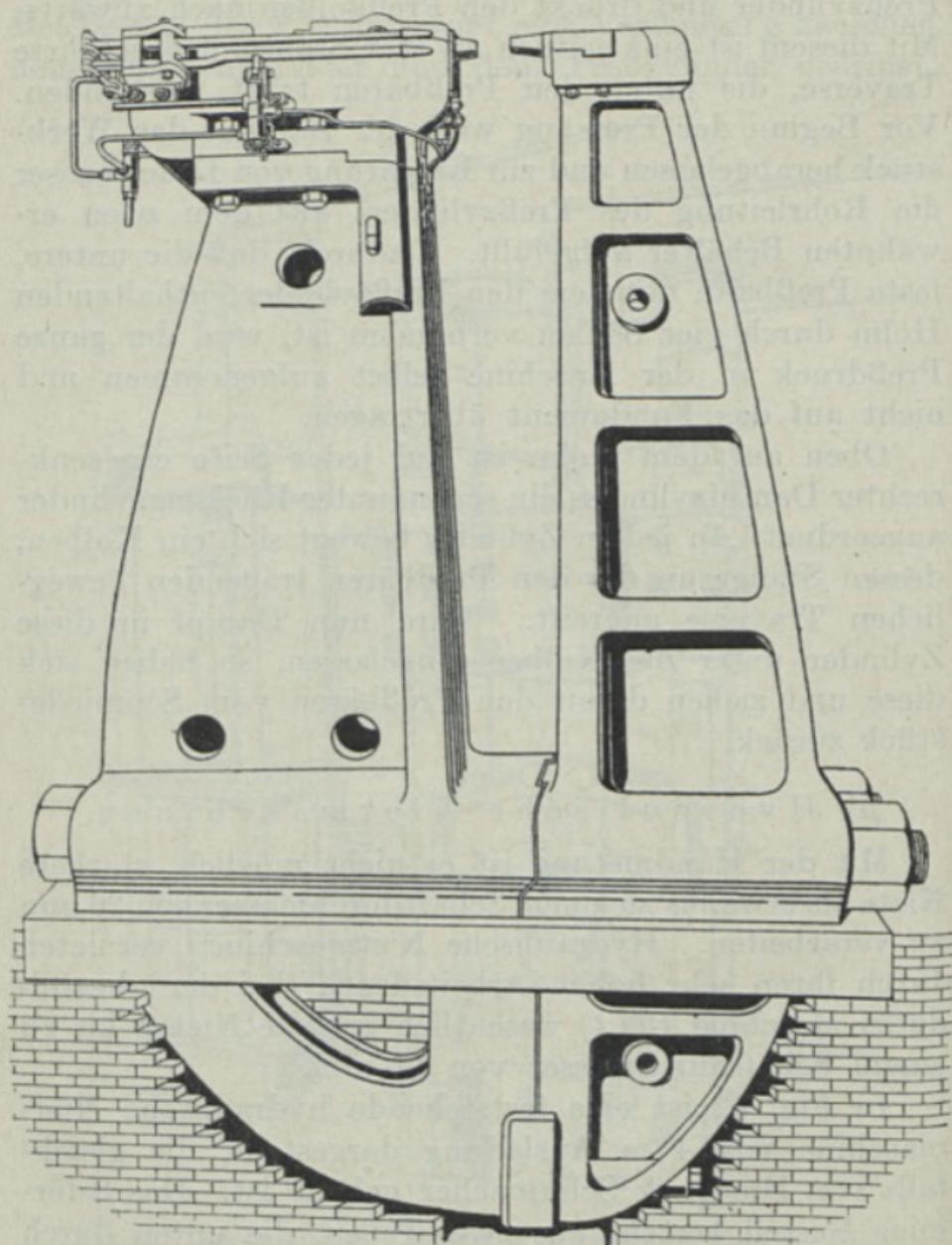


Fig. 62. Stehende hydraulische Nietmaschine.
Breuer & Schumacher, Kalk bei Köln.

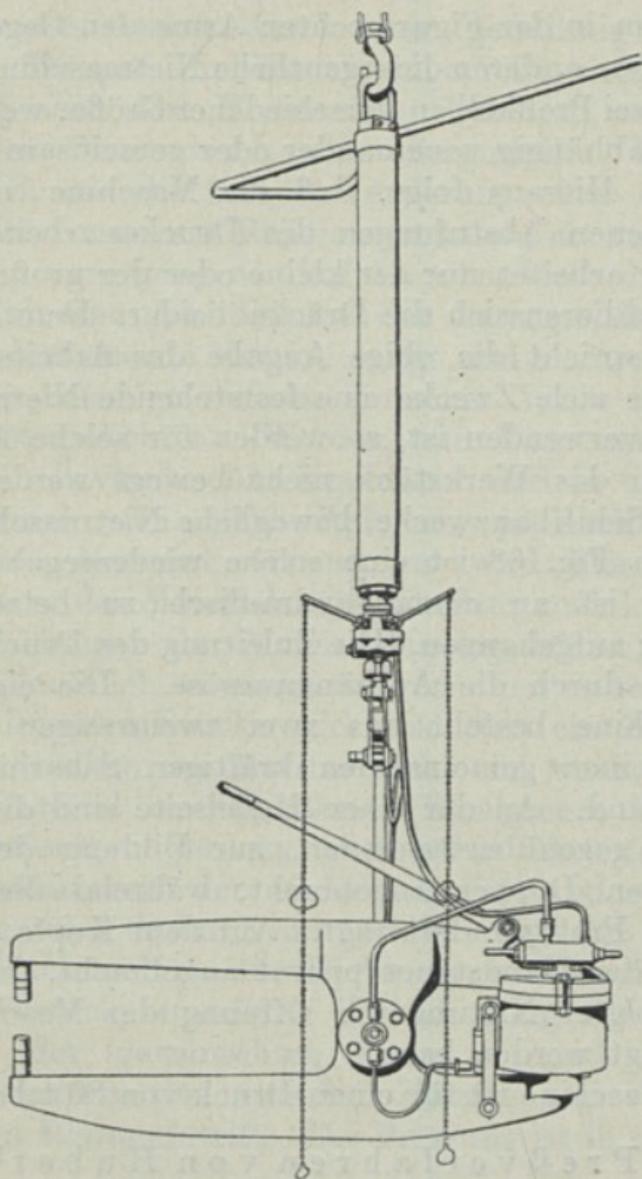


Fig. 63. Bewegliche hydraulische Nietmaschine.
Breuer & Schumacher, Kalk bei Köln.

jede gegenseitige Verschiebung gesichert sind. Das Gestell ist aus Stahlguß hergestellt und trägt auf seinem

einen, dem in der Figur rechten Arme den Gegenhalter, und auf dem anderen die eigentliche Nietmaschine. Diese besitzt zwei Preßkolben verschiedener Größe, welche entweder unabhängig voneinander oder gemeinsam arbeiten können. Hieraus folgt, daß die Maschine mit drei verschiedenen Abstufungen des Druckes arbeiten kann. Entweder arbeitet nur der kleine oder der große Kolben oder es addieren sich die Drücke beider. Dem letzteren Falle entspricht die obige Angabe des Arbeitsdruckes.

Da für viele Zwecke eine feststehende Nietmaschine nicht zu verwenden ist, so werden für solche Arbeiten, bei denen das Werkstück nicht bewegt werden kann, z. B. für Schiffbauzwecke, bewegliche Nietmaschinen gebaut. In Fig. 63 ist eine solche wiedergegeben. Die Maschine ist an einem hydraulisch zu betreibenden Hebezeug aufgehängt. Die Zuleitung des Druckwassers geschieht durch die Aufhängungsöse. Die eigentliche Nietmaschine besteht aus zwei zweiarmigen Hebeln, die um einen gemeinsamen kräftigen Scharnierbolzen drehbar sind. An der einen Hebelseite sind die beiden einander gegenüberstehenden, zur Bildung des Nietes bestimmten Döpper angebracht, während die andere Seite den Preßzylinder trägt. Auf dem Kopfe des letzteren ist der Handsteuerapparat angebracht, durch den nach erfolgter Nietung die Öffnung der Maschine werkstelligt werden kann.

Die Maschine ist für einen Druck von 80 t bestimmt.

γ) Preßverfahren von Huber¹⁾.

Während bei den Nietmaschinen, den Schmiedepressen usw. die Pressung derart erfolgt, daß das Ma-

¹⁾ Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1901, Seite 584.

terial in das Gesenk durch einen geradlinig bewegten Stempel, Döpper, Preßbär hineingepreßt wird, wird die Pressung nach dem Huberschen Verfahren unmittelbar durch den Wasserdruck selbst hergestellt. Es handle sich z. B. um die äußere Verzierung einer dünnwandigen Metallvase mit Reliefformen, so wird folgendermaßen vorgegangen. Auf die Oberfläche der Metallvase wird eine das Negativ der herzustellenden Verzierung enthaltende Matrize gelegt und an ihrem ganzen Umfange befestigt und in einfacher Weise z. B. mit Glaserkitt gedichtet. Werden nun Vase und Matrize in den Preßzylinder hineingebracht und in diesem ein Wasserdruck von 3000—8000 at, je nach dem zu pressenden Material, erzeugt, so wird hierdurch die Fließgrenze des Materials überschritten und letzteres in die Vertiefungen der Matrize hineingedrückt. Da der Druck allmählich anwachsend von allen Seiten auf die eingeschlossenen Stücke wirkt, so tritt ein Zerbrechen oder Zerdrücken der Matrize nicht ein, wenn diese aus einem Material besteht, dessen Fließgrenze für Druck über derjenigen des zu pressenden Materials liegt. Die Wirksamkeit der einfachen Kitt- oder Gummidichtung wird dadurch unterstützt, daß der steigende Wasserdruck selbst die Dichtung immer stärker an das Werkstück anpreßt. Vorbedingung für die Herstellung der gewünschten Form ist, daß das Preßwasser nicht in den zwischen Matrize und Werkstück gelegenen Raum eintritt. Die Pressung ist in $\frac{1}{2}$ —2 min beendet.

Nach dem Huberschen Verfahren lassen sich die verschiedenartigsten Arbeiten herstellen von Fahrradteilen bis zu Zink- und Kupferklischees.

δ) Gesteinsbohrmaschine von Brandt.

Die stoßend arbeitenden Gesteinsbohrmaschinen, welche mit Druckluft betrieben werden, haben den Übelstand, daß sie sehr unwirtschaftlich arbeiten, daß sie ungeheuren Lärm verursachen und den Staub auf-

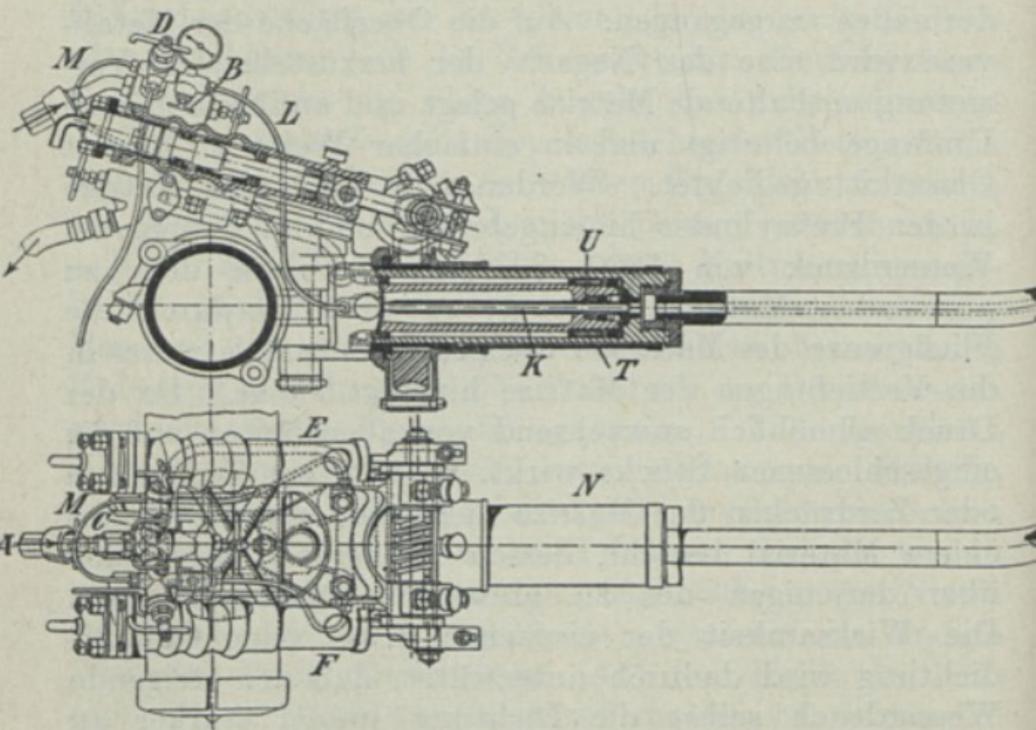


Fig. 64. Hydraulische Gesteinsbohrmaschine von Brandt.
Gebrüder Sulzer, Winterthur.

wirbeln. Der Idee nach soll zwar die aus der Bohrmaschine ausströmende Luft zur Ventilation dienen, tatsächlich aber reicht diese Luftmenge für den erwähnten Zweck bei weitem nicht aus.

Die hydraulisch betriebene Drehbohrmaschine von Brandt, die von Gebrüder Sulzer in Winterthur gebaut

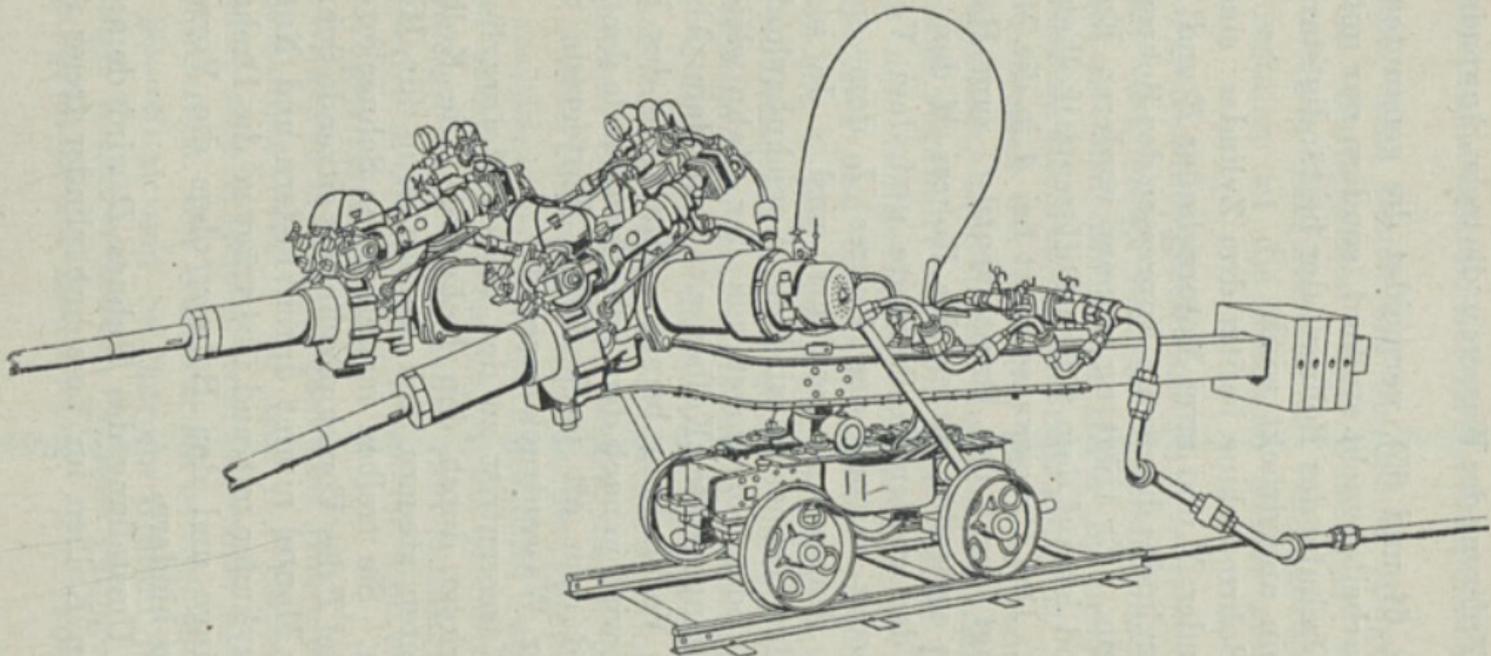


Fig. 65.

Brandtsche Gesteinsbohrmaschine mit Wagen. Gebrüder Sulzer, Winterthur.

wird (Fig. 64 und 65), vermeidet die genannten Nachteile; sie arbeitet nicht stoßend, sondern nur mit gleichmäßiger Drehung des Bohrers, der beständig stark gegen das Gestein angedrückt wird.

Jede Bohrmaschine besitzt drei Zylinder: einen Vorschubzylinder *N* und zwei Motorzylinder *E* und *F*. Der Vorschubzylinder dient zum Anpressen des Bohrers gegen das Gestein. Er trägt an seinem vorderen Ende den Bohrer und ist auf dem festen Differentialkolben *U* verschiebbar. Das Druckwasser tritt bei *A* in die Maschine und gelangt durch das Drosselventil *C* zum Hahne *D*, von wo es entweder mittels des Rohres *M* dem Raume zwischen der großen Kolbenseite und dem Vorschubzylinder oder mittels des Rohres *L* dem entgegengesetzten Ringraume zugeführt wird. Je nach der Stellung des Hahnes *D* wird der Vorschubzylinder ausgeschoben oder eingezogen, da der Hahn gleichzeitig die entgegengesetzte Kolbenseite mit dem Abwasser- raume in Verbindung bringt. Mit Hilfe des Drosselventiles *C* wird je nach dem Schärfezustande der Bohrerzähne und dem oft wechselnden Härtegrade des Gesteines der Wasserdruck geregelt.

Der Wasserzutritt zu den beiden Motorzylindern *E* und *F* erfolgt durch den Hahn *B*. Die Kolben der beiden Seiten steuern sich wechselseitig für Hin- und Rückgang. Sie treiben mittels einer Schnecke das auf dem Mantel *T* des Vorschubzylinders sitzende Schneckenrad. Der Mantel nimmt durch Federn und Nuten den Vorschubzylinder mit und überträgt so die Drehung auf das Gestänge und den Bohrer, ohne die Vorwärtsbewegung zu hindern.

Durch Umstellung des Hahnes *D* wird dem Wasser hinter dem Kolben im Vorschubzylinder freier Austritt

geschaffen. Der Druck auf die kleine Ringfläche bewirkt ein Zurückgehen des Gestänges mit dem Bohrer. Nach Einsetzen eines Verlängerungsstückes in das Gestänge ist die Maschine wieder zum Bohren bereit.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit, welche dem Bohrer erteilt wird, hängt von der Beschaffenheit des Gebirges ab; sie wird durch den Hahn *B*, durch welchen das Wasser in die Motoren eintritt, geregelt.

Das Abwasser der Motoren kann entweder in das Freie abgelassen oder durch das Rohr *K* dem Innern des Bohrers zugeführt werden. Das Wasser preßt sich zwischen den Bohrerzähnen hindurch und spült die Gesteinssplitter und den Bohrschmand zum Bohrloche heraus, indem es gleichzeitig den Bohrer kühlt.

Die Bohrmaschinen sind gewöhnlich zu zweien auf der Spannsäule montiert. Letztere, aus einem schmiedeeisernen Zylinder mit darin verschiebbarem Plunger bestehend, hat den Zweck, die Reaktion des Bohrdruckes aufzunehmen. Das geschieht derart, daß Zylinder und Plunger durch Preßwasser auseinander geschoben und mittels zwischengelegter Hartholzklötze, welche das Rutschen vermeiden sollen, gegen das Stollenwände gepreßt werden. Die Spannsäule ruht auf einem nach allen Seiten hin beweglichen Balancier, der von einem kleinen Wagen getragen wird.

Der Wasserverbrauch beträgt pro Bohrmaschine in der Bohrsekunde 1—2 l. Je nach der Härte des Gesteines sind zum Antriebe einer Bohrmaschine 11 bis 27 PS erforderlich. Der Wasserdruck beträgt bei weichem Gestein 30—40 at und bei hartem Gestein 70—80 at. Der geringe Wasserverbrauch bedingt geringe Wassergeschwindigkeit in der Rohrleitung. Eine Folge davon

ist ein geringer Druckverlust zwischen den Preßpumpen und Bohrmaschinen.

Bei Anwendung von zwei Bohrmaschinen vor Ort beträgt in 24 Stunden der Fortschritt

in weichem Gestein 6—8 m,

in hartem Gestein 4—6 m.

Das aus den Bohrmaschinen abfließende Betriebswasser wird zusammen mit dem aus dem Gestein zufließenden Wasser durch Pumpen aus dem Stollen herausgefördert.

Brandtsche Bohrmaschinen der beschriebenen Bauart sind mit hervorragend gutem Erfolge bei dem Bau des Simplontunnels angewendet worden. Der Bau des 19,77 km langen Tunnels wurde von beiden Seiten gleichzeitig ausgeführt. Von jeder Seite wurden zwei 17 m voneinander entfernte Basisstollen, die in Abständen von je 200 m durch Querschläge miteinander verbunden wurden, vorgetrieben. Durch riesige Wassereinbrüche von zeitweise 1200 Sekundenlitern wurden die Arbeiten auf der Südseite stark aufgehalten, auf der Nordseite dagegen wurde nicht nur die im Bauprogramm für den Vortrieb des Sohlenstollens vorgeschriebene Zeit von fünf Jahren eingehalten, sondern sogar die für diese Zeit geplante Stollenlänge noch um 265 m überschritten.

Das erforderliche Betriebswasser wurde den Bohrmaschinen durch sechs Zwillingspreßpumpen mit einer Gesamtleistung von 46 l/sek bei 120 at Druck geliefert. Zum Druckausgleich waren in die Leitung zwei Gewichtsakkumulatoren eingeschaltet.

§ 24. Durch Druckwasser betriebene Hebemaschinen.

Bei der Anwendung von Druckwasser zur Hebung von Lasten läßt sich bei direktem Antriebe in der ein-

fachsten Weise durch Ausführung verschiedener Durchmesser für Arbeits- und Lastkolben eine beliebig starke Übersetzung erreichen. Bei Anwendung von Akkumulatoren genügen ferner für die Krafterzeugung kleine Antriebsmaschinen und Pumpen, die auch während der Betriebspausen arbeiten. Ferner erfolgt das Anheben der Lasten bei hydraulischem Antriebe ohne Stoß; Senken und Halten der gehobenen Last erfolgt desgleichen ruhig und sicher und in der einfachsten Weise.

α) A u f z ü g e.

Bei Hebezeugen mit kleiner Hubhöhe, z. B. Hebeböcken, Gepäckaufzügen auf Bahnhöfen, geschieht die Lasthebung unmittelbar. Die zur Aufnahme der Lasten dienende Plattform ist dann direkt durch den Plungerkolben unterstützt, unter den das zur Hebung gebrauchte Druckwasser tritt. Große Hubhöhen lassen sich auf diese Weise nicht überwinden, weil der Plungerkolben den gleichen Hub wie die Last haben muß und aus diesem Grunde einen sehr langen Zylinder benötigt.

Bei Aufzügen mit großem Hube, wie Personenaufzügen in Gebäuden, ist aus dem Grunde die Einschaltung einer Übersetzung des Hubes vom Kolben zur Last erforderlich.

β) K r a n e.

Auch alle hydraulischen Krane arbeiten mit einer Übersetzung zwischen der Kraft und der an einer Kette oder einem Seil hängenden Last. Die Übersetzung besteht dann in einem Flaschenzuge, bei dem aber Kraft und Last gegenüber dem gewöhnlichen Flaschenzuge vertauscht sind. Das bewegliche Rollensystem ist mit dem Kolben verbunden. Am freien Ende des über

weitere Führungsrollen geleiteten Seiles oder der Kette hängt die Last. Die Anordnung des Treibzylinders kann beliebig schräg oder wagerecht erfolgen. Der Hub des Treibkolbens ist der Übersetzung entsprechend geringer als der Hub der Last.

II. Abschnitt.

Die Förderung der Luft und die technische Anwendung der Druckluft.

Erstes Kapitel.

Maschinen zur Förderung und Kompression von Luft.

Während die Pumpen zur Förderung von Wasser, allgemein von Flüssigkeiten dienen, haben Exhaustoren, Ventilatoren und Gebläse die Bewegung von Gasen und Luft als Aufgabe. Ebenso wie die Preßpumpen für die Erzeugung von Druckwasser sind die Kompressoren für die Herstellung von Druckluft, die für vielseitige technische Zwecke Anwendung findet, bestimmt. In konstruktiver Beziehung weichen die zur Luftförderung bestimmten Maschinen von den Wasserpumpen ab, grundsätzlich haben beide Maschinengruppen große Ähnlichkeit miteinander.

§ 25. Exhaustoren.

Die Exhaustoren dienen dazu, überschüssige Luft aus einem Raume herauszufördern. Ihre Wirksamkeit beruht auf Strahlwirkung, ähnlich wie die der Injektoren und Ejektoren.

a) Blasrohr und Hilfsbläser an Lokomotiven.

Da der Schornstein der Lokomotiven mit Rücksicht auf deren beschränkte Höhe nur niedrig sein kann, wegen der erforderlichen sehr lebhaften Verbrennung dagegen ein kräftiger Zug der Feuergase vorhanden sein muß,

ist eine künstliche Anfachung des Feuers notwendig. Diese erfolgt dadurch, daß der aus den Zylindern bei der Fahrt durch das Blasrohr entweichende Dampf die Feuergase aus der Rauchkammer mit sich fortreibt und so ein lebhaftes Nachströmen frischer Verbrennungsluft durch die Rostspalten hervorruft. Für den Stillstand ist, da dann kein Dampf aus den Zylindern auspufft,

ein Hilfsbläser vorgesehen, d. h. ein das eigentliche Blasrohr ringförmig umgebendes, mit vielen Löchern versehenes Rohr,

mittels dessen Frischdampf zum Schornstein hinausgeblasen wird.

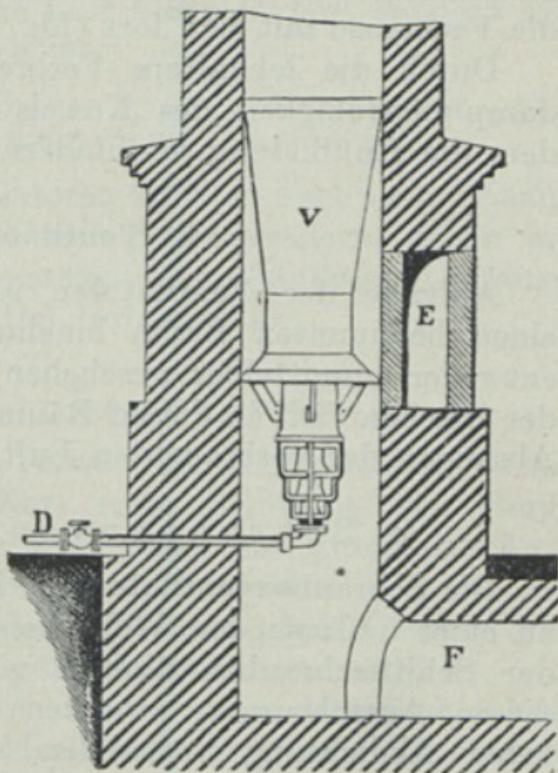


Fig. 66. Schornsteinventilator.

Gebr. Körting,
Körtingsdorf bei Hannover.

β) Schornsteinventilator von Körting.

Für stehende Schornsteine, bei denen der natürliche Zug nicht genügend stark ist, ist der Schornsteinventilator von Körting bestimmt. Durch das Rohr *D* strömt einem im Schornstein aufgestellten Düsensystem Dampf zu und reißt aus dem Fuchs *F* durch den Blechtrichter *V* die Feuergase mit sich fort (Fig. 66).

Durch die lebhaftere Verbrennung wird die Verdampfungsfähigkeit des Kessels gesteigert und außerdem die Rußbildung vermindert.

§ 26. Ventilatoren.

Aufgabe der Ventilatoren ist es, frische Luft in einen bestimmten Raum hineinzubringen. Das kann entweder unmittelbar geschehen durch Hineindrücken der frischen Luft in diesen Raum, oder mittelbar durch Absaugen der verbrauchten Luft.

α) Schraubenventilatoren.

Die Schraubenventilatoren arbeiten mit Flügeln, die an einer umlaufenden Welle befestigt und den Flügeln der Schiffsschrauben ähnlich geformt sind. Da bei diesen Ausführungen zwischen Flügeln und Gehäuse keine Abdichtung vorhanden ist, so sind derartige Maschinen nur zur Erzeugung geringer Druckunterschiede zu benützen. Sie werden viel zur Ventilation von Zimmern und Sälen benützt und arbeiten dann saugend. Die verbrauchte Luft fließt den Ventilatoren, die vor sich einen Unterdruck erzeugen, zu und wird durch diese in das Freie gedrückt. Das Nachströmen frischer Luft wird durch die Beseitigung der verbrauchten hervorgerufen.

Der Antrieb dieser Zimmerventilatoren erfolgt meistens elektrisch, bisweilen auch durch kleine an die Wasserleitung angeschlossene Turbinen. Verkehrt ist es selbstverständlich, wie das auch ab und zu beobachtet werden kann, die Ventilatoren durch die ausziehende Luft selbst antreiben zu lassen. Es ist klar, daß in diesem Falle der Ventilator die Luft nicht fördert, sondern ihr vielmehr nur hinderlich ist.

β) Schleuderventilatoren.

Die Schleuderventilatoren arbeiten nach dem Prinzip der Zentrifugalpumpen mit Schaufelrädern, denen an der Achse die Luft zuströmt. Am äußeren Umfange wird die Luft tangential fortgedrückt.

Geisler Grubenventilator.

Die größten zur Verwendung kommenden Ventilatoren dienen zur Ent- resp. Belüftung von Bergwerken, in denen die Luft nicht nur durch die Ausatmungen der Menschen und durch das Brennen der Grubenlampen, sondern auch durch dem Gestein entströmende Gase beständig verschlechtert wird.

In der Fig. 67 ist der von der Maschinenfabrik Hohenzollern in Düsseldorf-Grafenberg nach dem System Geisler ausgeführte Grubenventilator gezeigt. Der Hauptteil desselben ist das durch eine Seilscheibe oder auch unmittelbar durch eine Dampfmaschine angetriebene Flügelrad, dem die Luft parallel zur Drehachse zuströmt. Der auf diese gesetzte Kegel bewirkt die allmähliche Ablenkung der Luft aus der axialen in die radiale Richtung. Das Flügelrad schleudert die Luft in den dasselbe umgebenden Auslaufraum, der sich ent-

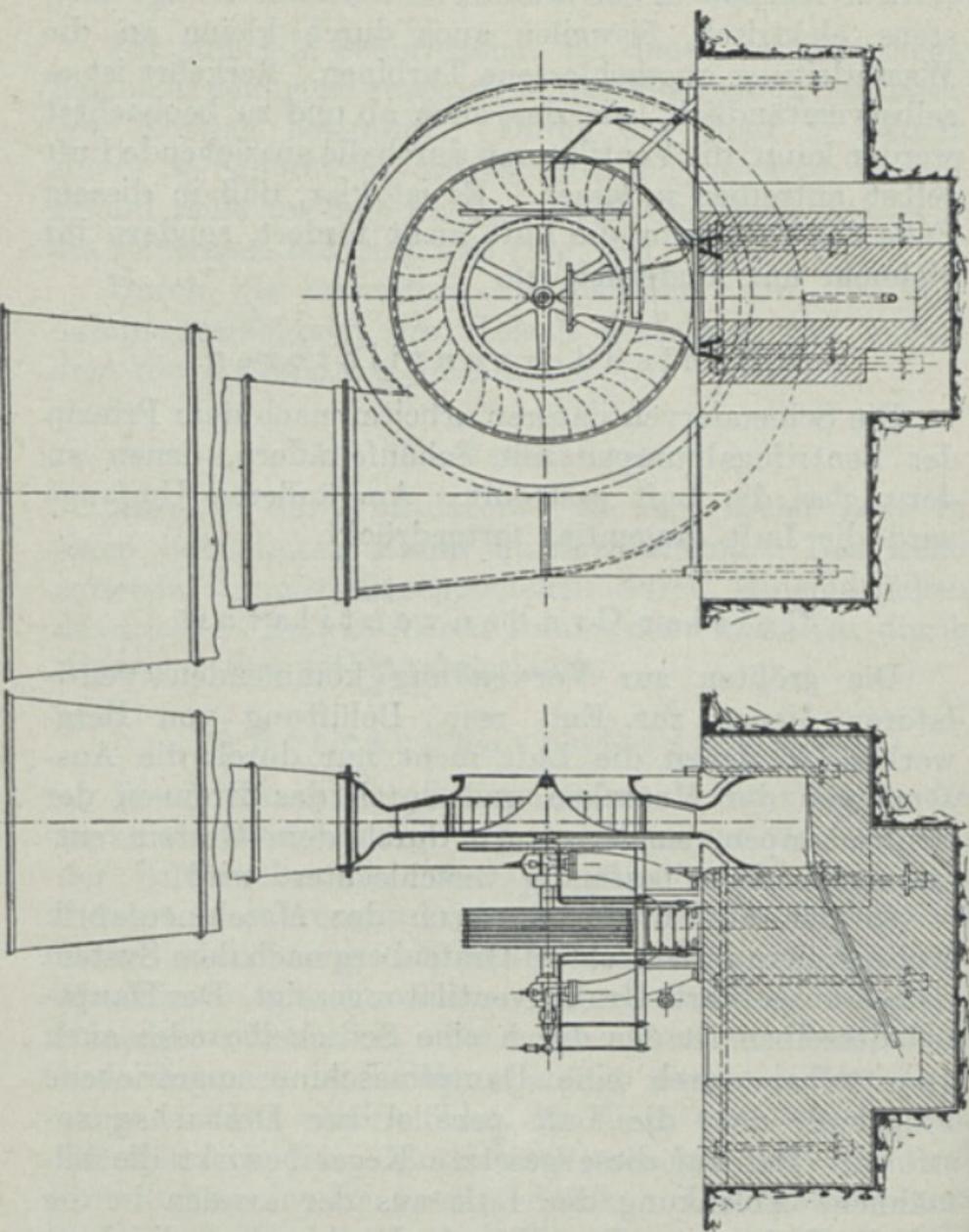


Fig. 67. Geisler Grubventilator. Maschinenzollern Hohenzollern Düsseldorf-Grafenberg.

sprechend der ihm aus den einzelnen Radzellen zuströmenden Luft radial erweitert und in den Schlot übergeht.

Das Flügelrad ist gegen das Gehäuse abgedichtet. Es ist dadurch vermieden, daß zwischen Rad und Gehäuse bereits geförderte Luft in den Saugkanal zurückströmt. Die Radzellen sind auf beiden Seiten abgeschlossen, so daß die Luft nur infolge ihrer Relativbewegung an den Radwandungen, nicht aber an denen des Gehäuses sich reibt. Durch die enge Schaufelteilung des Rades sind Wirbelungen in den einzelnen Zellen möglichst vermieden, da die Druckunterschiede zwischen je zwei Schaufeln wegen deren kleiner Entfernung geringe sind. Denn da die Schaufeln die Luft vor sich hertreiben, so sind die jeweiligen Drücke in der Bewegungsrichtung vor den Schaufeln größer als hinter diesen. Die Luft hat daher dem Druckunterschiede entsprechend das Bestreben, in die nachfolgende Zelle zurückzufallen und durch Wirbelbildung dort weitere Verluste hervorzurufen.

Als Folge des einseitigen Saugrohranschlusses ergibt sich, wenn die gegenüberliegende Radwandung mit der Atmosphäre in Berührung steht, ein in der Achsenrichtung wirkender Druck. Dieser wird bei anderen Ausführungen vermieden dadurch, daß das ganze Flügelrad von einem Gehäuse umschlossen wird, dessen Inneres durch ein Rohr mit der Saugleitung des Ventilators in Verbindung steht.

§ 27. Gebläse.

Unter Gebläsen werden Maschinen verstanden, die für die Kupolöfen der Gießereien oder in Hüttenwerken für die Hochöfen und Bessemerbirnen die zur Ver-

brennung der Koks und zur Oxydation des Kohlenstoffes der Eisenerze erforderliche Luft zuführen. Zur Überwindung der bedeutenden vorhandenen Widerstände müssen die Gebläse die Luft unter einen entsprechenden Druck setzen.

Für Kupolöten werden vielfach Kapselgebläse, d. h. Gebläse mit umlaufenden Kolben verwendet. Für 100 kg niederzuschmelzendes Roheisen werden etwa 60—100 cbm Wind bei einer Pressung von etwa 400 mm Wassersäule gebraucht.

Für den Betrieb der Hochöfen und Bessemerbirnen werden Zylindergebläse mit hin und her gehenden Kolben benützt. Im ersten Falle sind Windpressungen von 0,3—1,5 at, im zweiten von 1,5—4 at erforderlich¹⁾.

§ 28. Luftkompressoren.

Die Luftkompressoren dienen dazu, Luft, die bestimmt ist, an anderer Stelle mechanische Arbeit zu verrichten, bis auf eine geforderte Spannung zusammenzudrücken. Die Kompressoren sind Maschinen mit hin und her gehenden, gegen den Zylinder abgedichteten Kolben²⁾. Die Steuerung erfolgt durch Schieber oder Ventile. Entsprechend dem ständig wachsenden Anwendungsgebiete der Druckluft hat sich die Zahl der verschiedenen Bauarten vergrößert, und diese selbst sind durch die vielen sie bauenden Fabriken immer weiter vervollkommen worden. Auf bauliche Einzelheiten hier näher einzugehen, verbietet der Mangel an Raum. Es

1) Hütte. Des Ingenieurs Taschenbuch.

2) Neuerdings werden auch Turbokompressoren entsprechend den Hochdruckzentrifugalpumpen verwendet.

sei daher im folgenden nur auf einige Hauptgesichtspunkte hingewiesen.

Bei der Kompression, die hier nahezu adiabatisch erfolgt, erhöht sich die Temperatur der Luft. Tritt nun die neu angesaugte Luft in den vom vorigen Hube erhitzten Zylinder ein, so erwärmt sie sich und dehnt sich daher aus. Die Folge davon ist, daß der Kompressor weniger warme als kalte Luft von gleicher Spannung ansaugt. Um diesen Nachteil zu verbessern, wird der Kompressorzylinder gekühlt. Das geschieht heute ausschließlich durch Kühlwasser, welches in einem Mantel den Zylinder umströmt. Damit ferner die Luft nicht bereits vor dem Eintritt in den Zylinder sich erwärmt, müssen die von ihr durchflossenen Räume kühl liegen und

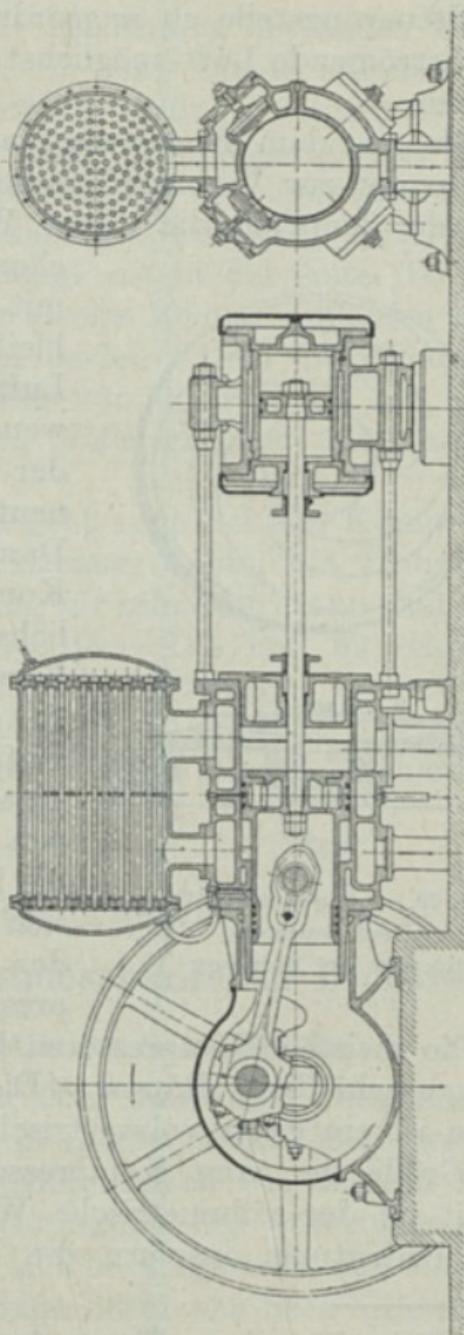


Fig. 68. Zweistufiger Luftkompressor für Riemenbetrieb. Erfurter Maschinenfabrik Franz Beyer & Co.

die Steuerungsteile so angeordnet sein, daß sie an die durchströmende Luft möglichst wenig Wärme abgeben können.

Die aus dem Kompressor ausgestoßene Luft kühlt sich in der zur Verbrauchsstelle führenden Leitung ab. Es geht demnach die dieser Wärmedifferenz entsprechende Arbeit verloren. Da-

mit dieser Verlust gering bleibt, ist es erwünscht, die Luft möglichst warm zu verwenden. Häufig erfolgt vor der Verbrauchsstelle ein erneutes Aufwärmen der Luft. Damit die Antriebsarbeit des Kompressors insgesamt möglichst klein wird, erfolgt die Kompression für Drücke von 6 at und mehr zweistufig, d. h. in zwei Zylindern hintereinander. Zwischen den beiden Zylindern wird die Luft gekühlt. Es nähert sich der ganze Vorgang dann der isothermischen Kompression¹⁾.

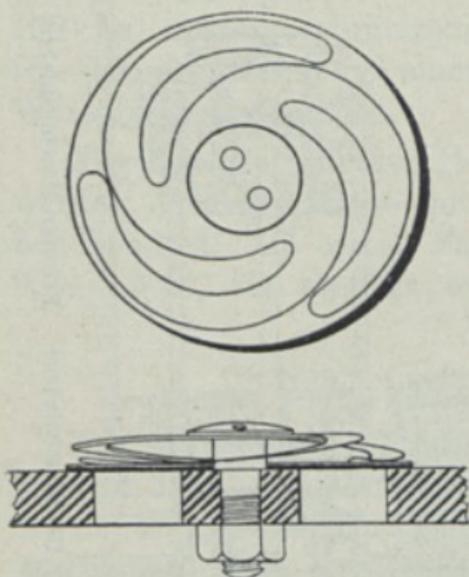


Fig. 69. Kompressorventil.
Alfred Gutmann,
Ottensen bei Hamburg.

Die meisten Kompressoren besitzen außerordentlich geringe schädliche Räume. Die hierdurch angestrebte Folge ist ein guter volumetrischer Wirkungsgrad. Für die Größe der vom Kompressor benötigten Antriebsarbeit ist der volumetrische Wirkungsgrad aber nicht von Bedeutung, insofern die im schädlichen Raume

¹⁾ Siehe Bändchen: Thermodynamik. S. G., Nr. 242.

eingeschlossene Druckluft bei Anfang des neuen Hubes den Kolben beschleunigend, also Arbeit leistend mitwirkt. Professor Gutermuth stellt in seinem Werke: „The Gutermuth Patent valve“ zwei sonst gleiche Kompressoren gegenüber, deren einer 1⁰/₀ schädlichen Raum besitzt, während der andere 2⁰/₀ aufweist. Zur Förderung der gleichen Luftmenge macht der erste 100 Umdrehungen, während der zweite 105mal umlaufen muß. Die Antriebsarbeit ist in beiden Fällen die gleiche bis auf einen geringen Betrag von 0,75⁰/₀, die zur Überwindung der im zweiten Falle größeren Reibung erforderliche Mehrarbeit.

Wie bei den Pumpen geht auch bei den Kompressoren das Bestreben der Erbauer dahin, die Hubzahlen zu vergrößern. Bedingung für schnellen Gang sind auch hier möglichst leichte Ventile. Die Fig. 69 zeigt ein solches von Alfred Gutmann, Ottensen, ausgeführtes Ventil. Dasselbe besteht aus Gußstahlblech. Der Schluß des Ventils wird durch drei federnde Zungen beschleunigt.

Zweites Kapitel.

Anwendung des atmosphärischen Druckes.

§ 29. Pneumatischer Getreideheber.

Bei dem Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts von Duckham in London erfundenen pneumatischen Getreideheber findet ähnlich wie bei den Pumpen eine technische Ausnützung des atmosphärischen Druckes statt. Es hatte sich herausgestellt, daß die alten Methoden, die mit Getreide beladenen Seeschiffe in den Umschlaghäfen zu entladen, den riesig angewachsenen

Getreidemengen gegenüber ganz unzureichend waren. Die einfache Entladung von Hand erforderte viel zu viel Menschenkraft und wurde dadurch zu teuer, die Entladung mit Becherwerken, sogenannten Paternosterwerken, kann gleichfalls nur erfolgen, wenn der Becherkette beständig das Getreide zugeschaufelt wird. Die nach Duckhams Erfindung ausgeführten pneumatischen Getreideheber arbeiten dagegen nahezu selbsttätig.

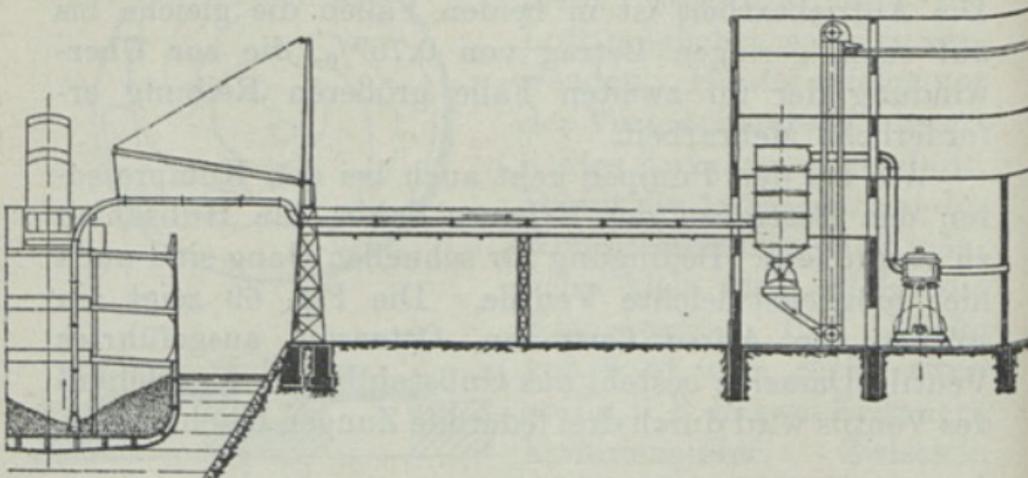


Fig. 70. Fester pneumatischer Getreideheber.
Maschinenfabrik G. Luther, Braunschweig.

Fig. 70 gibt das Schema einer pneumatischen Getreideheber-Anlage wieder, wie sie von der Maschinenfabrik G. Luther in Braunschweig für den Hafen von Genua ausgeführt worden ist. In einem rechts in der Figur sichtbaren, ca. 120 m vom Ufer entfernten Gebäude sind durch Dampfmaschinen angetriebene Kolbenluftpumpen aufgestellt, die aus großen, daneben angeordneten Rezipienten die Luft herausaugen. Von den Rezipienten führen Rohr- und Schlauchleitungen, die am Ufer durch dort aufgestellte Masten mit Auslegern

gestützt sind, zu den zu entladenden Schiffen. Infolge des in dem Rezipienten herrschenden geringen Druckes wird das Getreide durch den Druck der atmosphärischen Luft aus dem Schiff in den Rezipienten hineingetrieben. Von hier fällt es durch die Kammern einer pendelnden Getreideschleuse in einen großen Sammelbehälter. Die Luft, die das Getreide in den Rezipienten hineingefördert hat, wird von der Luftpumpe angesaugt und wird dann von dieser durch die Ausblaseleitung in eine zur Beseitigung des Getreidestaubes dienende Kammer geblasen.

Bei der in den Jahren 1901—1903 in Genua erbauten Anlage sind auf einer in den Hafen hineingebauten Brücke sechs feststehende Getreideelevatoren von je 75 t stündlicher Leistung aufgestellt.

Fig. 71 zeigt die allgemeine Anordnung eines schwimmenden pneumatischen Getreidehebers, wie sie in verschiedenen Größen von G. Luther für den Norddeutschen Lloyd und die Hamburg-Amerika-Linie gebaut worden sind. Die Antriebsmaschinen und die Pumpen sind auf dem Bilde nicht sichtbar, wohl aber der oben auf dem Schlauchturm aufgebaute Rezipient, aus welchem die Luftpumpen saugen. Das in dem Rezipienten erzeugte Vakuum hat einen Druck von 25—30 cm Quecksilbersäule. Von dem Rezipienten führen Saugleitungen in das zu entladende Schiff. Eine Abflußleitung leitet das geförderte Getreide aus dem Elevator in einen daneben liegenden Leichter. Diese Elevatoren vermögen zirka 25 m hoch und außerdem im Schiffsraum bis 20 m wagerecht zu saugen. Dazu kommt noch oben zwischen Schiff und Elevator bis 15 m wagerechte Entfernung. Derartige schwimmende Getreideheber sind für eine größte stündliche Leistung von 150 t ausgeführt worden.

Die gesamte zur Bedienung eines großen schwimmenden Getreidehebers mit einer Leistung von 150 t/st erforderliche Besatzung besteht aus 11—12 Mann, von denen 6—7 als Schlauchführer arbeiten. Der Kraftbedarf der Anlage beträgt ca. 225 PS.

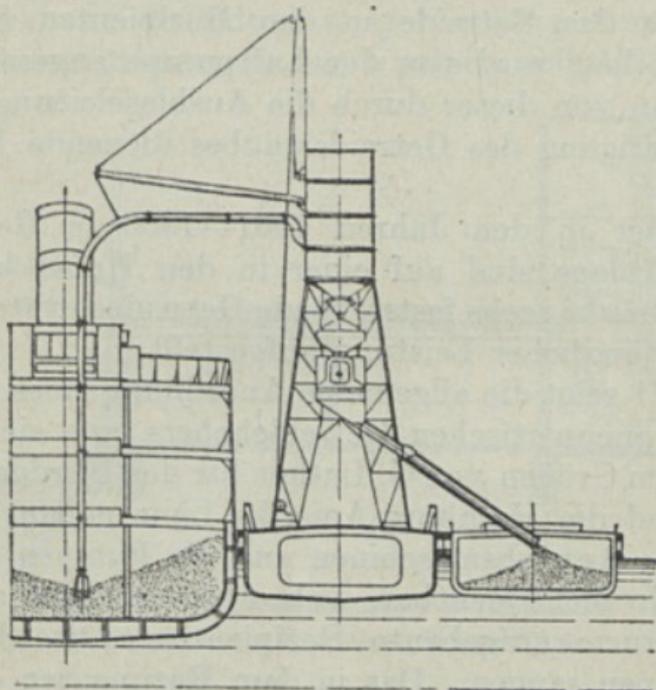


Fig. 71. Schwimmender pneumatischer Getreideheber.
Maschinenfabrik G. Luther, Braunschweig.

Außer der großen Leistungsfähigkeit haben pneumatische Getreideheber eine Reihe weiterer großer Vorteile. Das Löschen der Ladung kann bei jeder Witterung erfolgen, da das Getreide sich nur in geschlossenen Rohrleitungen bewegt. Aus demselben Grunde sind Getreideverluste ausgeschlossen. Es kann gleichzeitig aus mehreren Luken die Ladung gelöscht werden. In

folgedessen findet eine gleichmäßige Entlastung des Schiffskörpers statt. Die Saugrohre nehmen in den Ecken der Ladeluken nur einen geringen Platz ein, so daß gleichzeitig mit dem Getreide auch Stückgüter entladen werden können. Ferner wird durch Beseitigung der Unreinigkeiten aus dem Getreide das Gewicht der Ladung und damit deren Zoll vermindert.

Drittes Kapitel.

Druckluftanlagen.

Wenn auch die Hoffnungen, die vor einigen Jahrzehnten nach Anlage der großen Druckluft-Zentrale in Paris auf allgemeine Anwendung der Druckluft für technische Zwecke gehegt worden waren, nicht alle in Erfüllung gegangen sind, so hat dennoch die Druckluft auf sehr vielen Gebieten Anwendung gefunden. Von Vorteil ist hierbei gegenüber Druckwasserbetrieb, daß die Luft überall zu entnehmen ist und nach geleisteter Arbeit aus den Maschinen wieder in die Atmosphäre entweichen kann.

§ 30. Druckluftwerkzeuge¹⁾.

Durch Druckluft betriebene Werkzeugmaschinen werden entweder mit hin und her gehender oder mit drehender Bewegung des Werkzeuges ausgeführt. Zu den ersten, bei weitem wichtigeren gehören die Druckluftschlämmer, Meißel und die in den Gießereien zum Einstampfen des Sandes in die Formkästen benützten

¹⁾ Siehe Bändchen: „Die Preßluftwerkzeuge.“ S. G. Nr. 493.

Stampfer. Druckluftwerkzeugmaschinen mit drehender Bewegung sind die weniger häufig angewandten Bohrmaschinen. Druckluftwerkzeuge ergeben wesentlich größere Leistungen als Handarbeit und haben den Vorteil bequemer Handhabung.

Leichte Drucklufthämmer, im Gewicht von 4,5 bis 6 kg, finden in Kesselfabriken viel Anwendung bei dem Verstemmen der Bleche und Nieten, ferner zum Meißeln und Abklopfen des Kesselsteines. Fig. 72 zeigt den

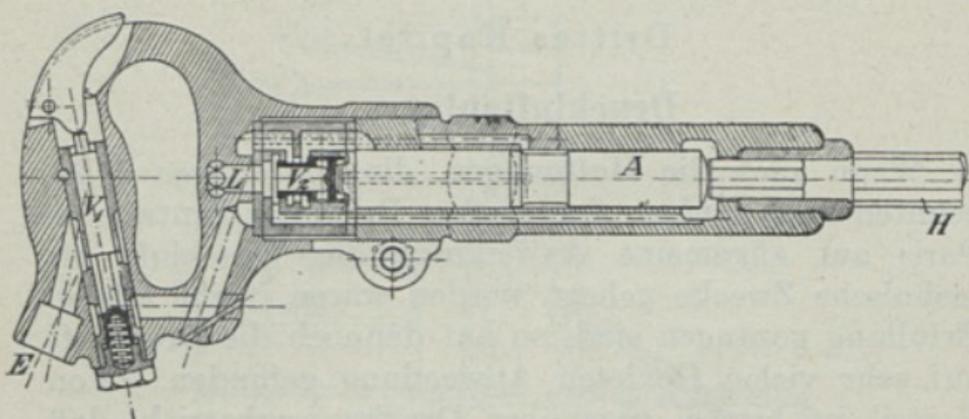


Fig. 72. Drucklufthandhammer der Deutschen Nileswerke, Oberschöneeweide bei Berlin.

Drucklufthandhammer der Deutschen Niles-Werke in Oberschöneeweide bei Berlin. Am Handgriff bei *E* tritt die Betriebsluft ein und durchströmt zunächst das den Einlaß regelnde Ventil V_1 . Mittels einer V_1 berührenden Klinke kann das Einlaßventil durch einen leichten Handdruck in den Hammer hineingeschoben werden. (In der Schlußstellung ist V_1 durch eine Feder nach aufwärts gedrückt.) Die Betriebsluft fließt dann durch den äußeren Ringraum des Differential-Steuerkolbens V_2 in den Zylinder hinter den Schlagkolben *A* und treibt diesen vorwärts gegen den vorderen Hammer oder

Meißel *H*. Wenn der Schlagkolben sein Hubende erreicht hat, tritt durch eine punktiert in der Figur angedeutete Bohrung Druckluft rechts vor den Steuerkolben V_2 und treibt diesen so weit zurück, daß die hinter dem Schlagkolben verbrauchte Luft durch die radialen Bohrungen des Steuerkolbens und schließlich durch die Löcher *L* in das Freie entweichen kann. Die Ausströmung der Abluft wird derart unterbrochen, daß hinter dem Kolben ein Luftkissen verbleibt, welches bei Rückgang des Schlagkolbens den Stoß zu vermeiden bestimmt ist. Der Rückgang des Schlagkolbens wird bewirkt dadurch, daß Druckluft vor diesen tritt. Die Druckluft nimmt hierbei ihren Weg durch die äußere Ringnut des dann in der linken Endstellung stehenden Steuerkolbens und einen parallel zur Zylinderachse verlaufenden Kanal. Die Rückbewegung des Steuerkolbens V_2 in seine rechte Grenzlage, bei der von neuem Druckluft in den Zylinder eintreten kann, beruht auf dessen Ausführung als Differentialkolben. Die Luft übt infolgedessen in der Ringnut nach rechts auf den größeren Kolbenquerschnitt einen Überdruck aus.

Handhämmer der abgebildeten Art arbeiten mit einer minutlichen Schlagzahl von 2500 bis 3200. Die letzte Zahl gilt für leichteste, die erste für schwerste Meißel- und Stemmarbeiten. Der Kolbenhub ist für leichte Arbeiten 35 mm und für schwere Arbeiten 85 mm. Der Luftverbrauch schwankt zwischen 0,25 und 0,5 cbm/min. Der vorteilhafteste Betriebsdruck der Luft ist 6,5—7 at.

Die mit Druckluft betriebenen Niethämmer unterscheiden sich von den Handhämmern durch größeres Gewicht (10—13 kg) und geringere Schlagzahl (700 bis 850 pro min). Der Hub des Schlagkolbens ist größer (160 bis 250 mm) und die konstruktive Anordnung der

Steuerung eine andere. Mit Druckluftniethämmern können Nieten bis zu 38 mm Durchmesser verarbeitet werden. In Verbindung mit Druckluftniethämmern finden vorteilhaft auch Gegenhalter Verwendung, bei denen ein durch Druckluft vorgeschobener Kolben mit dem Döpfer verbunden ist und diesen gegen den Setzkopf des Nietes anpreßt.

§ 31. Westinghouse-Bremse.

Von großer Wichtigkeit für die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes ist die Anwendung von schnell und sicher

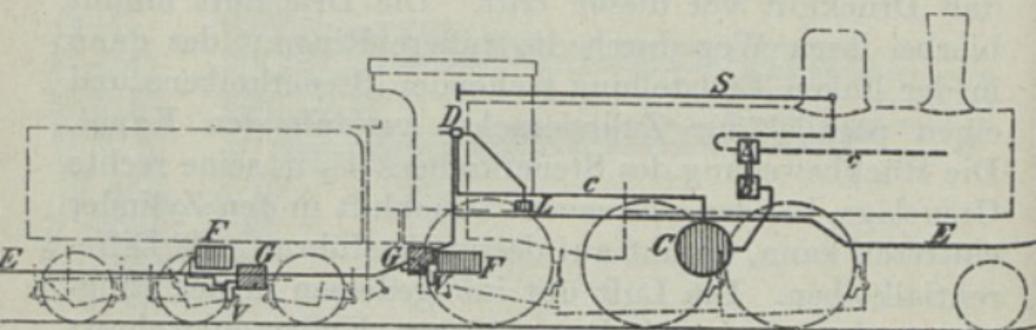


Fig. 73. Anordnung der Westinghouse-Bremse.

wirkenden Bremsen, die sowohl von der Lokomotive wie auch von jedem einzelnen Wagen aus am ganzen Zuge gleichzeitig in Betrieb gesetzt werden können. Die Fig. 73 zeigt die Anordnung der durch Druckluft betriebenen Westinghouse-Bremse, wie sie bei uns an Personen- und Schnellzügen, in Amerika aber auch an Güterzügen angebracht ist.

An der Lokomotive befindet sich eine durch Dampfmaschine A betriebene Luftpumpe B. Die Kolben der beiden Maschinen sitzen auf einer gemeinsamen durchgehenden Kolbenstange. Das Dampf-Einlaßventil des

Dampfzylinders *A* wird durch eine in den Führerstand hineinreichende lange Stange *S* geöffnet und geschlossen. Der Auspuffdampf aus *A* entweicht durch *e* in den Schornstein. Die Luftpumpe drückt die angesaugte Luft in den 300—400 l fassenden Hauptluftbehälter *C* und verdichtet sie darin bis auf 6—7 at. Der Hauptluftbehälter dient zum Aufspeichern der Druckluft und zum Absondern von Unreinigkeiten, Öl und Niederschlagwasser. Die Rohrleitung *c* verbindet den Hauptluftbehälter mit dem Führerbremssventile *D*, vermittels dessen der Lokomotivführer die Bremsen anzieht oder löst. Es ist nämlich unter dem ganzen Zuge entlang geführt die gleichfalls an das Führerbremssventil angeschlossene Hauptleitung *E*, mit der die Bremsapparate der einzelnen Wagen verbunden sind. Wird nun das Führerbremssventil so gestellt, daß der Hauptluftbehälter und die Hauptleitung miteinander verbunden sind, die letztere also mit Druckluft¹⁾ aufgefüllt wird, so entspricht das der Lösung der Bremsen. Wird dagegen durch das Führerbremssventil die Hauptleitung mit der Außenluft verbunden, die Druckluft also aus der Hauptleitung ausgelassen, so hat das zur Folge, daß alle Bremsen im Zuge angezogen werden. Das Auslassen der Druckluft erfolgt nicht direkt aus der Hauptleitung, sondern aus einem kleinen Bremsventil-Luftbehälter *L*. Ließe der Führer direkt aus der Leitung Druckluft ab, so würde die ganze darin enthaltene Luftmenge in schnelle Bewegung kommen. Die nach vorn schießende Luftwelle würde nach Abschluß des Bremsventiles den an den vorderen Wagen vorher verminderten Luftdruck wieder erhöhen, die Bremsen dort also von neuem lösen.

1) von 5 at Spannung.

Der Bremsventil-Luftbehälter ist mit der Hauptleitung derart verbunden, daß ein kleiner Ausgleichskolben einen Druckausgleich zwischen beiden schafft und die Verbindung dann langsam abschließt, also ein erneutes Lösen der vorderen Bremsen vermeidet.

Unter der Lokomotive und jedem einzelnen Bremswagen ist an die Hauptleitung angeschlossen ein Hilfsluftbehälter *F* und — an den Wagen gewöhnlich mit diesem zu einem Stück zusammengeschraubt — ein Bremszylinder *G*, in dem sich ein das Bremsgestänge des betreffenden Fahrzeuges treibender Kolben bewegt. Zwischen der Hauptleitung und dem Hilfsluftbehälter resp. dem Bremszylinder ist das äußerst sinnreich angeordnete Funktionsventil *V* angebracht, durch welches der Bremsapparat am Wagen gesteuert wird. In der Füllstellung verbindet das Funktionsventil die Hauptleitung mit dem Hilfsluftbehälter, so daß Druckluft in letzteren eintreten kann. Gleichzeitig ist im Bremszylinder nur atmosphärischer Luftdruck vorhanden. Wird nun vom Lokomotivführer durch das Führerbremsventil Druckluft aus der Hauptleitung herausgelassen, so daß in dieser eine Druckverminderung von $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Atmosphäre eintritt, so werden hierdurch im ganzen Zuge die Funktionsventile so umgesteuert, daß an jedem Bremswagen eine Verbindung zwischen Hilfsluftbehälter und Bremszylinder hergestellt wird. Die Bremskolben werden durch die in die Zylinder eintretende Druckluft vorwärts gestoßen: die Bremsen werden angezogen, es erfolgt eine Betriebsbremsung. Der Druck der in die Bremszylinder übertretenden Luft wird hierbei durch Drosselung vermindert.

Wird dagegen der Luftdruck in der Leitung plötzlich stark vermindert durch weites Öffnen des Führer-

bremssventiles oder auch durch Zug an der Notbremse eines Wagens oder Zerreißen des Zuges und damit der Luftleitung, so wird durch jedes Funktionsventil auch eine direkte Verbindung zwischen Hauptleitung und Bremszylinder freigegeben. Es strömt dann gleichzeitig aus dem Hilfsluftbehälter und aus der Hauptleitung Druckluft in den Bremszylinder ein, so daß dort der Druck schnell und stark ansteigt, die Bremsen also kräftig angezogen werden.

Die Lösung der Bremsen erfolgt dadurch, daß die Druckluft aus dem Bremszylinder wieder ausgelassen wird. Das geschieht bei dem erneuten Auffüllen der Hauptleitung durch Umsteuerung der Funktionsventile, unter Umständen auch durch Öffnen besonderer Hähne, die durch einen Drahtzug an jedem Wagen betätigt werden. Dann schiebt eine im Innern des Bremszylinders liegende Rückziehfeder den Bremskolben zurück und zieht die Bremsklötze damit von den Rädern ab.

§ 32. Rohrpost.

In großen Städten, z. B. in Berlin, findet verdichtete und verdünnte Luft im Betriebe der Rohrpost Anwendung, um Briefe, Postkarten und Telegramme schnell von einem Postamte zum anderen zu befördern. Die Postsachen werden zu dem Zwecke in kleine Aluminiumbüchsen (Fig. 74) gesteckt, die durch eine übergeschobene Lederhülse verschlossen werden. Die Büchsen besitzen zum leichten Herausnehmen des Inhaltes zwei seitliche Löcher. Der Boden der Lederhülse ist durchlocht, damit bei Betrieb mit verdünnter Luft die in der Büchse eingeschlossene Luft atmosphärischer Spannung nicht Blechbüchse und Lederhülse auseinander treiben kann, sondern Druckausgleich stattfindet. Auf den Rohrpost-

maschinenstationen (Fig. 75) sind Luftpumpen aufgestellt, deren eine Gruppe die Aufgabe hat, die aus der Atmosphäre angesaugte Luft bis zu einem Druck von 140—150 cm Quecksilbersäule zu komprimieren. Die anderen Luftpumpen dienen dazu, die Luft aus den Luftzuführungsleitungen der Rohrpostanlage herauszu-

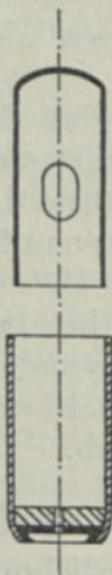


Fig. 74.

Aluminium-
büchse mit
Lederhülse.

saugen und in diesen einen Druck von 30—40 cm Quecksilbersäule herzustellen. Für die verdichtete und verdünnte Luft sind getrennte Luftzuführungsleitungen vorhanden, welche die Maschinenstation mit den einzelnen Postanstalten verbinden. Die von den Pumpen geförderte Druckluft wird zunächst durch Kühlapparate (*K*) geführt, in denen sie ein außen von kaltem Wasser umspültes Rohrsystem durchfließt. Hierbei werden die in der Luft enthaltenen Wasserdämpfe niedergeschlagen. Das Kondenswasser wird von Zeit zu Zeit unten aus den Apparaten abgelassen. Den gleichen Zweck verfolgen die an einzelnen Stellen in die Druckleitungen eingebauten Wassertöpfe (*W*). Verdichtete und verdünnte Luft durchströmen vor dem Eintritt in die Leitungen große genietete Kessel, die in beiden Fällen zum Druckaus-

gleich, für die verdichtete Luft außerdem noch als Wasserabscheider dienen sollen. Die Luftzuführungsleitungen, meistens gußeiserne Rohre von 150—300 mm Durchmesser, die etwa 1 m unter den Bürgersteigen verlegt sind, führen zu den „Rohrpost-Endapparaten mit Luftwechsel“ (R_1). Außer diesen sind im Betriebe „Rohrpost-Endapparate ohne Luftwechsel“ (R_3) und „Rohrpost-Zwischenapparate“ (R_2).

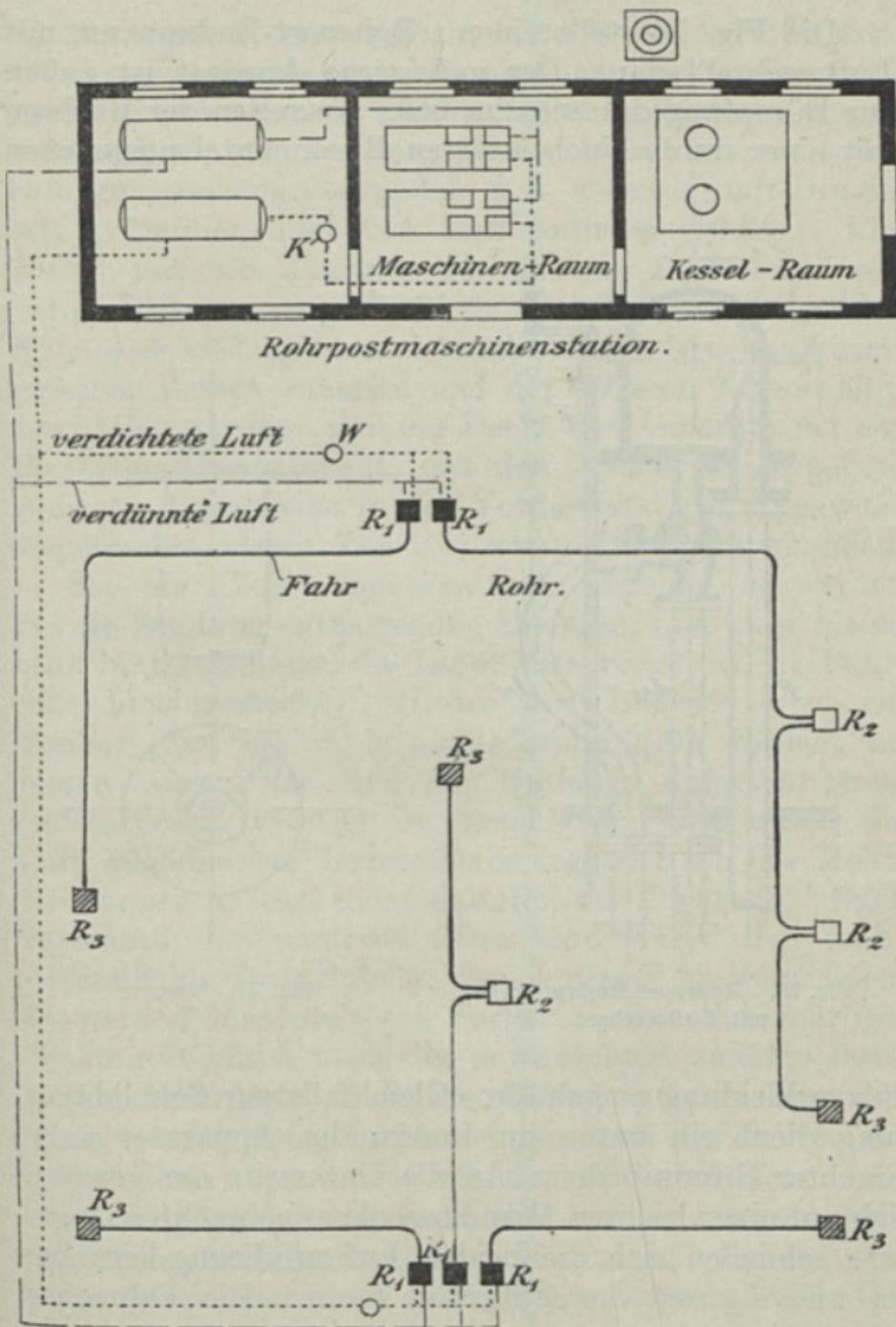


Fig. 75. Rohrpostanlage.

Die Fig. 76 stellt einen „Rohrpost-Endapparat mit Luftwechsel“ dar. Der gußeiserne Apparat ist außen zur Dämpfung des Schalles beim Antreffen der Büchsen mit einer durch einen äußeren Blechmantel umgebenen

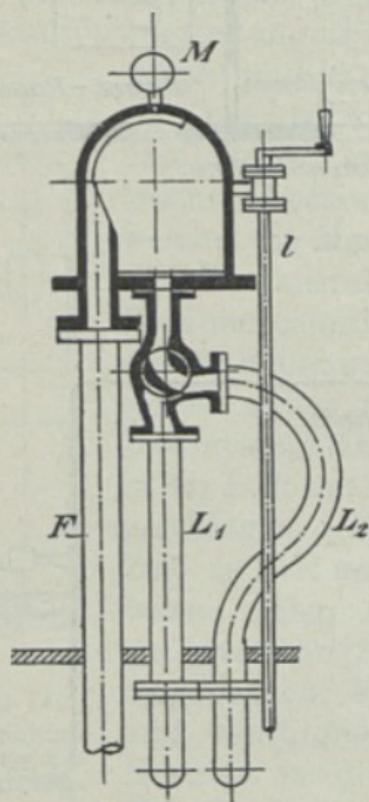


Fig. 76. Rohrpost-Endapparat mit Luftwechsel.

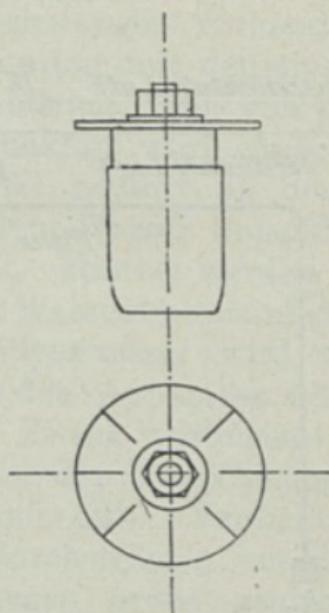


Fig. 77. Treiber.

Filzverkleidung eingehüllt. Gleichfalls zur Schalldämpfung dient ein unten im Innern des Apparates angebrachter Gummiboden. An die Unterseite der gewöhnlich auf einer leichten Wandkonsole angebrachten Apparate schließen sich die beiden Luftzuführungsleitungen L_1 und L_2 und das Fahrrohr F an. Die Fahrrohre,

schmiedeeiserne, patentgeschweißte Rohre von 65 mm Durchmesser, verbinden die einzelnen Postämter miteinander. Durch einen Luftwechselhahn kann der Apparat entweder mit der einen oder mit der anderen Luftzuführungsleitung verbunden, d. h. entweder mit Druckluft aufgefüllt, oder von Luft entleert werden. Ein seitlich mit dem Apparate verbundenes Luftrohr *l* kann durch Öffnung eines Lufthahnes mit dem Innern des Apparates verbunden und hierdurch ein Druckausgleich zwischen dessen Innerem und der äußeren Atmosphäre geschaffen werden. Auf der Decke des Apparates ist ein Manometer angebracht, das den Druck im Apparate anzeigt. Durch eine in der Vorderwand des Apparates angebrachte kleine Tür ist dessen Inneres zugänglich.

Soll ein „Zug“ vom Postamte abgehen, so werden die die Sendung enthaltenden Büchsen, und zwar bis zu zehn hintereinander, die Lederhülse voran, in das Fahrrohr hineingesteckt. Hinter den Büchsen wird ein Treiber (Fig. 77), d. h. ein lederumhüllter Kolben, an dessen einer Seite eine am Umfange aufgeschnittene Lederscheibe befestigt ist, geschoben. Die durch die Luft aufgeblasene Lederscheibe legt sich an die Rohrwandungen an und dient dadurch zur Dichtung. Nach Verschluß der vorderen Türe wird durch den Luftwechselhahn Druckluft in den Apparat hineingelassen. Es werden hierdurch die vorher in das Fahrrohr gesteckten Büchsen nach der gewünschten anderen Poststation befördert. Soll die Beförderung in der umgekehrten Richtung geschehen, so muß das Innere des dargestellten Apparates mit der die verdünnte Luft führenden Rohrleitung verbunden werden. Dann treibt der atmosphärische Luftdruck den „Zug“ von der Abgangstation nach dem gezeichneten Apparat hin. Der

Betrieb erfolgt mit verdichteter oder mit verdünnter Luft, weil nicht alle Rohrpoststämter mit der Maschinenstation verbunden sind.

An jedem Rohrpost-Zwischenapparat sind zwei Fahrrohre angeschlossen, mit jedem Rohrpost-Endapparat

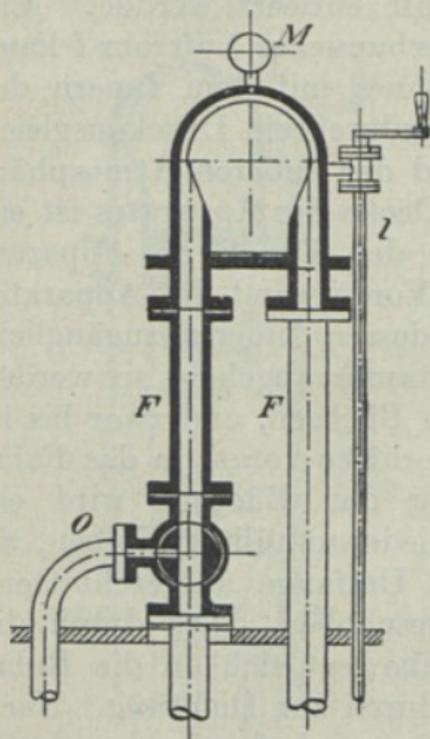


Fig. 78. Rohrpost-Zwischenapparat.

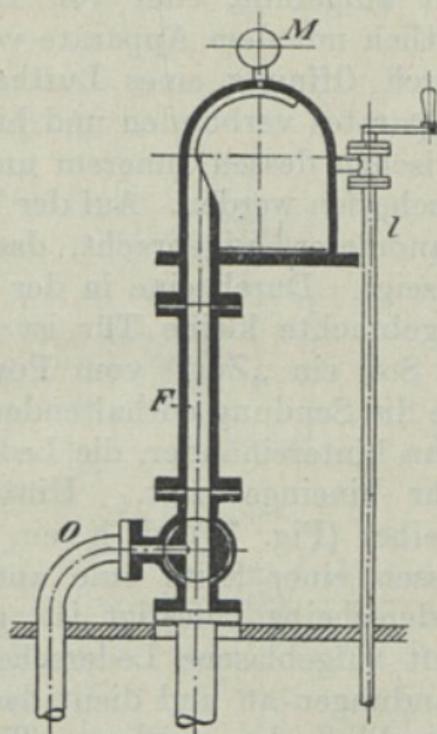


Fig. 79. Rohrpost-Endapparat ohne Luftwechsel.

ohne Luftwechsel ist nur ein Fahrrohr verbunden. Die in den Figuren 78 und 79 angedeuteten Öffnungsrohre *O* dienen zum Entweichen der bei Druckluftbetrieb von den Büchsen vor sich hergetriebenen Vorluft.

In Leitungen bis 1000 m Länge bewegen sich die Büchsen bei Anwendung von Druckluft mit Geschwindigkeiten von ca. 20 m/sek und in langen Leitungen bis

3000 m Länge mit 11—12 m/sek. Bei der Beförderung mit verdünnter Luft sind die Geschwindigkeiten in kurzen Leitungen 15—16 m/sek und in langen Leitungen 8—9 m/sek.

§ 33. Sandstrahlgebläse.

Die angreifende Wirkung, welche ein mit hoher Geschwindigkeit bewegter Sandstrahl auf harte, ihm

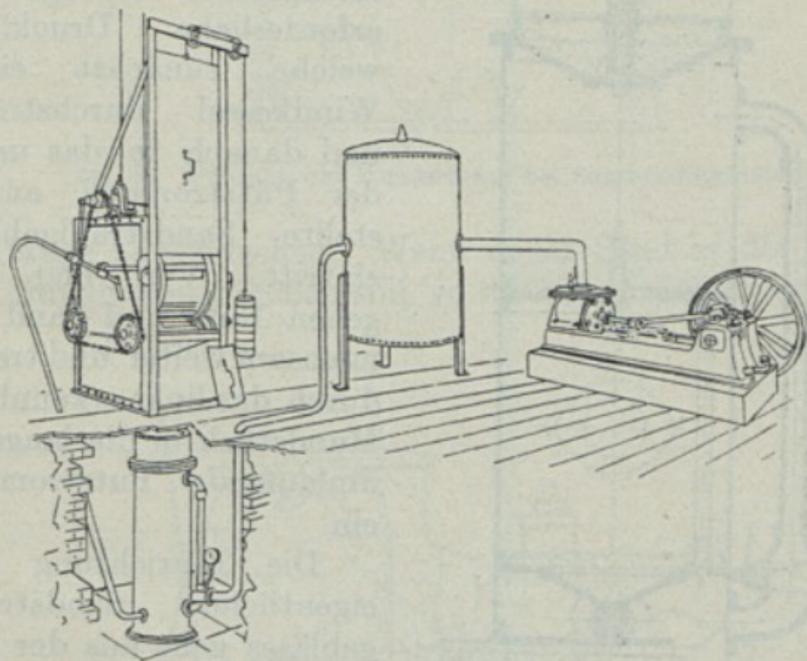


Fig. 80. Sandstrahlgebläse-Anlage.
Alfred Gutmann, Ottensen bei Hamburg.

entgegenstehende Körper ausübt, wird in der Technik vielfach praktisch ausgenützt. So wird z. B. ein durch Druckluft geschleuderter Sandstrahl benützt, um die der Form entnommenen Gußstücke von dem noch anhaftenden Sande zu befreien, bevor die betreffenden

Stücke der weiteren Bearbeitung des Bohrens, Drehens oder Fräsens unterworfen werden.

Die Fig. 80 gibt die Anordnung eines von der A.-G.

für Maschinenbau, Alfred Gutmann in Ottensen bei Hamburg gebauten Sandstrahlgebläses. Ein rechts in der Figur sichtbarer Kompressor erzeugt die erforderliche Druckluft, welche zunächst einen Windkessel durchströmt und danach in das unter der Putztrommel aufgestellte Sandstrahlgebläse eintritt. Von hier aus gehen Luft und Sand gemeinsam weiter und treten durch das links erkennbare Mundstück in die langsam umlaufende Putztrommel ein.

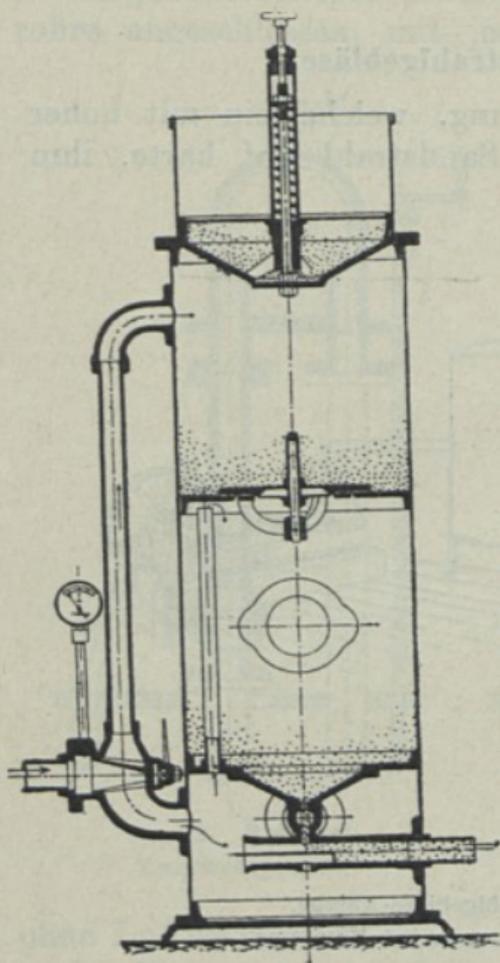


Fig. 81. Sandstrahlgebläse.

Alfred Gutmann,
Ottensen bei Hamburg.

Die Einrichtung des eigentlichen Sandstrahlgebläses geht aus der Fig. 81 hervor. Die Druckluft geht nach Angabe der Pfeile durch den Apparat hindurch und reißt dabei den ihr aus der unteren, stets unter Druck stehen-

den Kammer zufließenden Sand mit sich fort. Die obere Kammer steht gleichzeitig unter atmosphärischem

Drucke; es kann daher durch den Schütttrichter oben aufgebener Sand durch eine abwärts sich öffnende

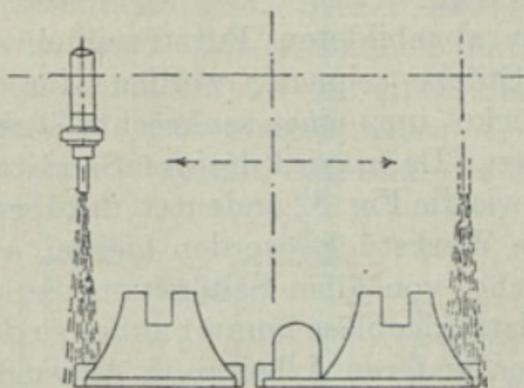


Fig. 82. Führung des Mundstückes bei Sandstrahlgebläsen.

Klappe nachrutschen. Wenn neuer Sand in die untere Kammer hineinfließen soll, so wird der im Eintrittsrohre

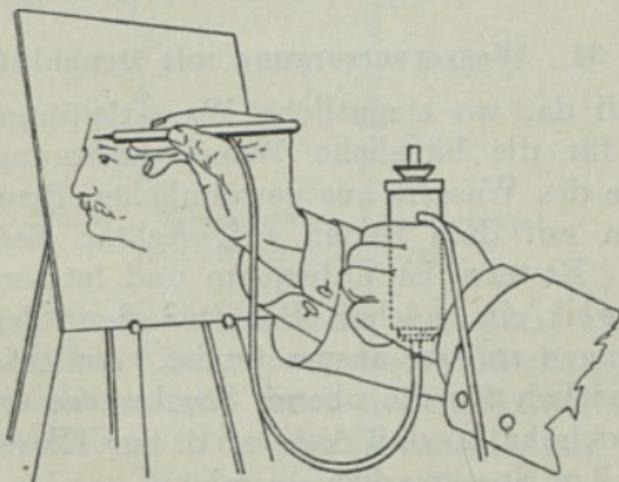


Fig. 83. Sandblasfeder.

der Luft liegende Hahn so gedreht, daß auch in die obere Kammer Druckluft eintritt. Dann öffnet sich

unter dem Einflusse des Sandgewichtes eine zwischen beiden Kammern liegende Klappe und läßt Sand nach unten durchfallen.

Statt der abgebildeten Putztrommel, die sich nur für kleine Stücke eignet, werden für das Putzen größerer Stücke um eine senkrechte Achse drehbare Tische benutzt. Dann wird das den Sandstrahl führende Mundstück, wie die Fig. 82 andeutet, darüber hin und her geführt. Die Werkstücke werden hierbei, ausgenommen die Lagerfläche, von allen Seiten vom Sande getroffen.

Das Sandstrahlgebläse kommt außer zu der genannten noch zu vielen anderen Arbeiten in Anwendung, so zum Reinigen und Schärfen von Feilen, zum Reinigen der Siederohre, zur Entfernung alter Anstriche von Eisenkonstruktionen. Für feine Arbeiten werden Sandstrahlgebläse benützt zum Mattieren von Glas, sowie zur Gravierung von Zeichnungen auf Glas (Fig. 83).

§ 34. Wasserversorgung mit Druckluft.

Überall da, wo eigentliche Wasserleitungen fehlen, ist man für die häusliche Wasserversorgung auf die Entnahme des Wassers aus gewöhnlichen Brunnen oder aus einem auf dem Boden aufgestellten Behälter angewiesen. Ersteres ist unbequem und letzteres unvorteilhaft, weil ein solcher Behälter den Temperaturschwankungen zu sehr ausgesetzt ist. Außerdem ergibt sich namentlich für die oberen Stockwerke eine zu geringe Druckhöhe, so daß diese z. B. zur Klosettspülung nicht in allen Stockwerken ausreicht.

Diese Übelstände sind vermieden bei den Wasserversorgungsanlagen mit Luftdruck, wie sie von Hammelrath & Co. in Köln a. Rh. ausgeführt werden (Fig. 84). Bei diesen sind im Keller oder in einem den Temperatur-

einflüssen wenig ausgesetzten Räume zwei eiserne Kessel aufgestellt, die durch eine absperrbare Leitung miteinander verbunden sind. Der Kessel *I* wird durch eine kleine, von Hand oder maschinell betriebene Luftpumpe *L* mit Druckluft bis zu einer Spannung von 2—3 Atm. gefüllt. Der andere Kessel *II* wird durch eine Wasserpumpe *W* gefüllt, während die Verbindungs-

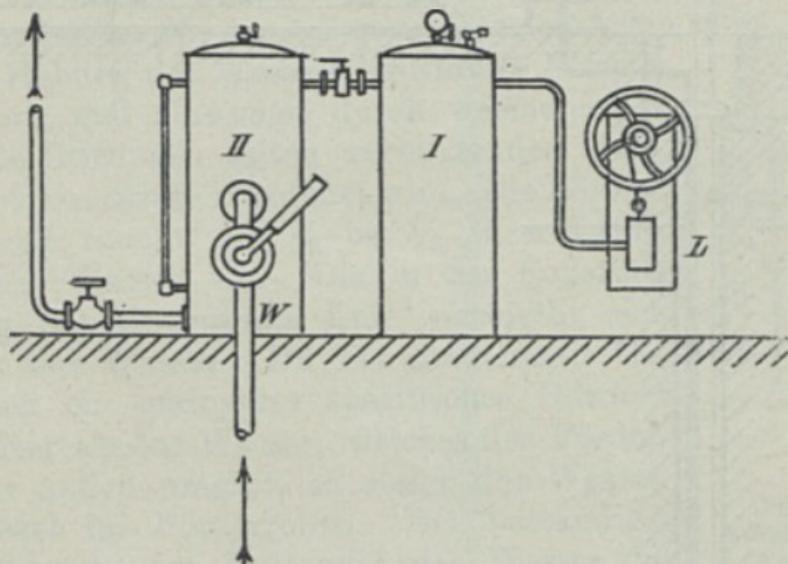


Fig. 84. Wasserversorgung mit Druckluft.
Hammelrath & Co., Köln.

leitung zwischen beiden Kesseln abgesperrt ist und die Luft aus *II* durch einen an dessen Decke geöffneten Hahn entweichen kann. Nach dessen Schluß und nach Öffnung des Hahnes in der Verbindungsleitung wirkt der Luftdruck auf den Wasserspiegel im Kessel *II* und drückt somit das Wasser in die im Hause verzweigte Verteilungsleitung hinein. Ein am Wasserkessel angebrachtes Wasserstandsglas gestattet die bequeme Kontrolle der Füllung des Kessels.

Die Vorteile der Anordnung bestehen darin, daß man ohne Anlage eines Hochreservoirs Wasser unter

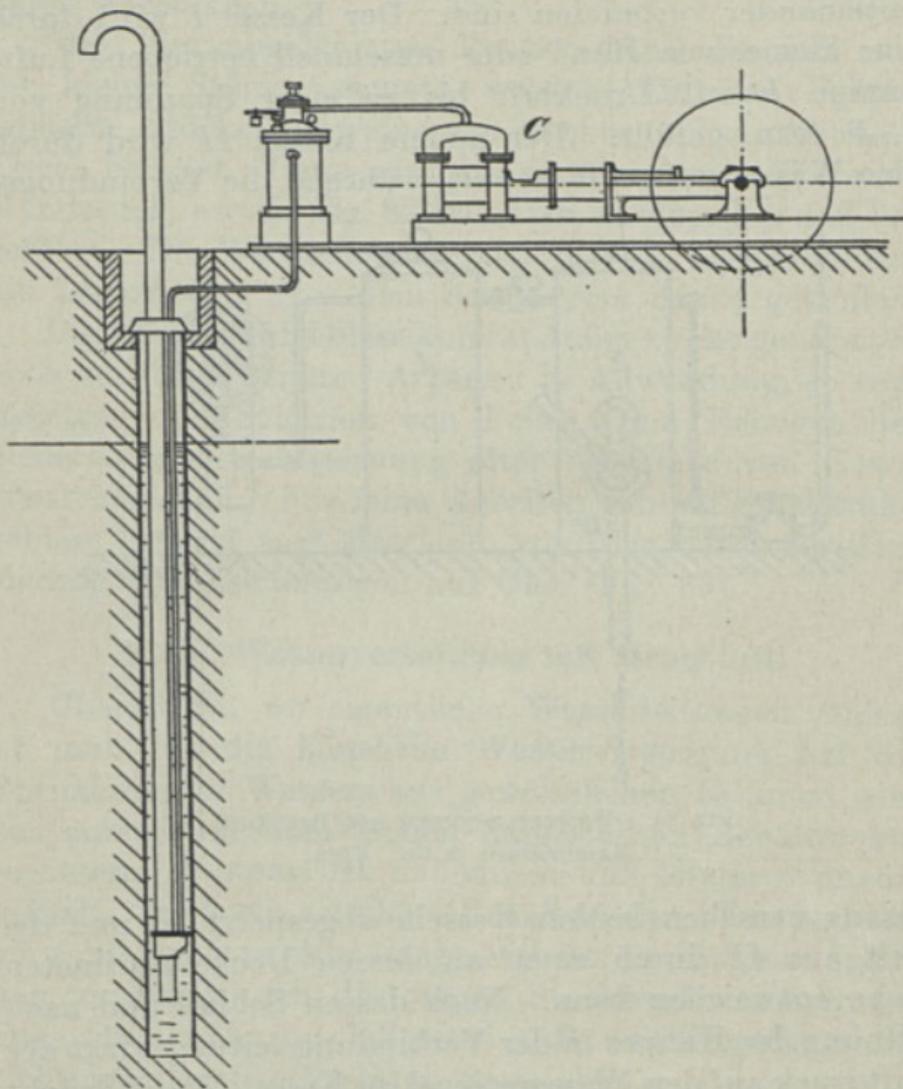


Fig. 85. Mammutpumpen-Anlage.

einem ausreichenden Drucke auch in ländlichen Gebäuden vorrätig haben kann, was bei ausbrechendem Feuer namentlich auch von hoher Bedeutung sein kann.

Der verhältnismäßig hohe Wasserdruck gestattet die Anwendung von Filtern und somit die Erhaltung reinen Trinkwassers, dessen Temperatur wegen der geschützten Lage des Wasserkessels eine gleichmäßige ist.

§ 35. Mammutpumpe.

Die von A. Borsig in Berlin-Tegel gebaute Mammutpumpe (Fig. 85) besitzt zwei Rohrleitungen, eine weite zur Hebung des Wassers bestimmte Förderleitung und eine enge, durch welche einem beide Leitungen unten verbindenden Fußstück Druckluft zugeführt wird. Die Förderleitung taucht auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ ihrer Länge in das Wasser ein. Die in das Fußstück (Fig. 86) eintretende Luft vermischt sich mit dem Wasser. Da das entstehende Gemisch ein geringeres spezifisches Gewicht besitzt als das Wasser, welches das Förderrohr außen umgibt, so steigt der Wasserspiegel im Förderrohre. Bei beständiger Zuführung von Luft wird das Wasser daher zum oberen Ausguß des Förderrohres hinausgetrieben. Die Druckluft wird in einem Kompressor *C* erzeugt und geht vor dem Eintritt in die zur Pumpe führende Luftleitung des Druckausgleichs halber durch einen Windkessel hindurch.

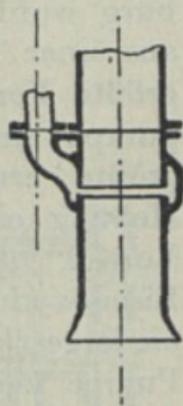


Fig. 86.
Fußstück der
Mammut-
pumpe.
A. Borsig,
Berlin-Tegel.

Der Luftbedarf richtet sich nach der Förderhöhe und deren Verhältnis zur Eintauchtiefe. Während bei der Förderung von 1 l Wasser auf 10 m Höhe bei 15 m Eintauchtiefe rd. 2 l Luft von 1,5 at Pressung erforderlich sind, werden bei Förderung derselben Menge auf 30 m

Höhe bei rd. 30 m Eintauchtiefe rd. 4 l Preßluft von entsprechendem Überdruck erforderlich¹⁾).

Die Mammutpumpe eignet sich, da sie keine Saugwirkung besitzt, zur Hebung von Wasser, dessen Spiegel tief unter Flur gelegen ist. Ihr besonderer Vorzug besteht darin, daß sie keinerlei Ventile oder andere bewegte Teile besitzt. Daher ist sie zur Förderung von stark verunreinigtem Wasser besonders geeignet. In einem Schachte der Gewerkschaft Lübtheen in Mecklenburg wurde durch eine Mammutpumpe Steinschlamm aus einer Tiefe von über 200 m zutage gefördert. Die größte Fördermenge, für welche bisher eine Mammutpumpe ausgeführt worden ist, ist 72 cbm/min. Die größte erreichte Förderhöhe ist 300 m. Bei der Hebung eisenhaltigen Wassers ergibt sich ferner der Vorteil, daß die Luft das im Wasser enthaltene Eisenoxydul in Eisenoxydhydrat, welches mechanisch niedergeschlagen werden kann, verwandelt. Da die Pumpe keinerlei Wartung erfordert, so kann sie weit — bei bestehenden Anlagen bis ca. 4000 m — vom Kompressor entfernt angeordnet werden.

Wenn das von der Mammutpumpe geförderte Wasser auf eine größere Druckhöhe gehoben werden soll, so bringt die Mammutpumpe das Wasser einer über Tage aufgestellten Druckpumpe, welche die weitere Hebung übernimmt, zu. Bei neueren Ausführungen verwendet die ausführende Firma eine von ihr gebaute Kompressor-Druckpumpe (Fig. 87), welche zwei Aufgaben gleichzeitig erfüllt. Die Pumpe besitzt einen Differentialkolben. Der große Kolben wirkt als Kompressorkolben und versorgt die Mammutpumpe mit der erforderlichen

1) Zeitschr. d. Vereines Deutsch. Ing. 1901, S. 1756.

Druckluft. Das von der Mammutpumpe gehobene Wasser fließt der vorderen, der Kurbel zugekehrten Kolbenseite zu und wird von dieser in das Steigrohr gedrückt. Die

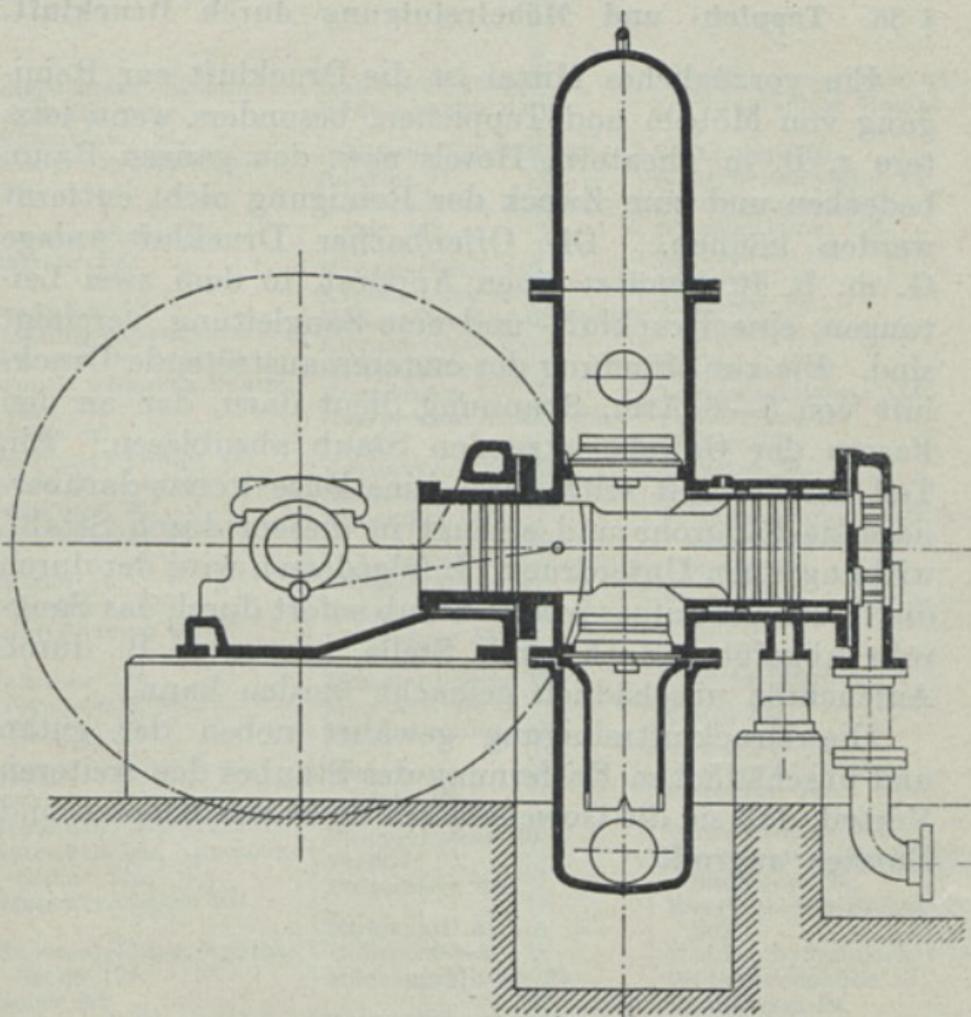


Fig. 87. Kompressor-Druckpumpe oder Kreuzpumpe. A. Borsig, Berlin-Tegel.

sehr gedrängte Anordnung ergibt außerdem den Vorteil, daß durch das der Druckpumpe zufließende Wasser der Kolben und die Kompressorseite des Zy-

linders gekühlt werden, so daß eine weitere Kühlung entfallen kann.

§ 36. Teppich- und Möbelreinigung durch Druckluft.

Ein vorzügliches Mittel ist die Druckluft zur Reinigung von Möbeln und Teppichen, besonders wenn letztere z. B. in Theatern, Hotels usw. den ganzen Raum bedecken und zum Zweck der Reinigung nicht entfernt werden können. Die Offenbacher Druckluft-Anlage G. m. b. H. benützt einen Apparat, in dem zwei Leitungen, eine Druckluft- und eine Saugleitung, vereinigt sind. Die zur Mündung der ersteren austretende Druckluft von 5—6 Atm. Spannung dient dazu, den an den Fasern der Gewebe sitzenden Staub abzublasen. Ein Teil der Preßluft tritt durch eine Düse in das darüberliegende Saugrohr und erzeugt in diesem durch Strahlwirkung einen Unterdruck. Infolgedessen wird der durch die Druckluft aufgewirbelte Staub sofort durch das Saugrohr abgeführt nach einer Stelle, wo er z. B. durch Anfeuchten unschädlich gemacht werden kann.

Die Druckluftreinigung gewährt neben der guten und unschädlichen Entfernung des Staubes den weiteren Vorteil, daß sie die Gewebefasern nicht wie Klopfen und Bürsten angreift.

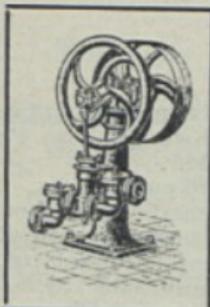


Register.

- Adiabatische Kompression 111.
Akkumulator 51.
Aufzug, hydraulischer 103.
- Bessemerbirne 109.
Blasrohr 105.
- Diagramm 18.
Diaphragmapumpe 60.
Differentialpumpe 39.
Doppelt wirkende Pumpe 20.
Döpper 96.
Dreiplungerpumpe 44.
Druckluftwerkzeuge 117.
Druckrohr 16.
Duplexpumpe 47.
- Ejektor 76.
Exhaustor 104.
Exprespumpe 41.
- Fahrrohr 126.
Flügelpumpe 56.
Flügelrad 63.
- Gebläse 109.
Gefälleleitung 86.
Gesteinsbohrmaschine 98.
Getreideheber, pneumatischer 113.
Grubenventilator 107.
- Hebemaschinen, hydraulische 102.
Heber 86.
Hochdruck-Zentrifugalpumpe 66.
Holm 92.
Huber-Preßverfahren 96.
Hubpumpe 13.
- Humphrey-Pumpe 87.
Hydropulsator 81.
- Indikatordiagramm 19.
Injektor 71.
Isothermische Kompression 112.
- Kapselgebläse 110.
Kapselpumpe 58.
Kettenschlammpumpe 55.
Klappenventil 33.
Kolbenpumpe 12.
Kompressor 110.
Kompressor-Druckpumpe 137.
Kraftausgleicher 49.
Kran, hydraulischer 103.
Kupolofen 109.
- Leitapparat der Zentrifugalpumpen 67.
Lieferungsgrad 15.
Luftpumpe 36.
- Mammutpumpe 135.
Membran 60.
Membranpumpe 62.
- Nietmaschine, hydraulische 93.
- Plungerkolben 16.
Preßbär 93.
Pulsometer 69.
- Ringventil 31.
Rohrpost 123.
Rückzugzylinder 93.
- Sammelbrunnen 86.
Sandstrahlgebläse 129.
Saughöhe 11.
Schmiedepresse 91.
Schnüffelventil 25.
- Schornsteinventilator 106.
Schwungradlose Pumpe 45.
Senkpumpe 69.
Sicherheitsinjektor 74.
Sicherheitsventil 27.
Simplontunnel 102.
Spannsäule 101.
Spülventil 89.
Steigrohr 16.
Stopfbüchse 15.
- Tellerventil 29.
Teppichreinigung 138.
Tiefbrunnen 86.
Totlage 12.
Traverse 93.
Treiber 77.
Turbinenpumpe s. Hochdruck-Zentrifugalpumpe 66.
- Umfangsgeschwindigkeit 65.
Umlaufventil 28
Universalinjektor 75.
- Ventil 28.
— gesteuertes 32.
— masseloses 32.
Ventilator 106.
- Wasserhaltung 68.
Werkzeugmaschinen, hydraulische 90.
Westinghouse-Bremse 120.
Widder, hydraulischer 77.
Widerstandshöhe 10.
Windkessel 24.
Wirkungsgrad, mechanischer 18.
— volumetrischer 15.
- Zentrifugalpumpe 63.

Eisenhütten- u. Emaillierwerk
(W. von Krause) Neusalz a. Oder

liefert erstklassiges Fabrikat in



PUMPEN

für hauswirtschaftliche, gewerbliche
und industrielle Zwecke, für Hand-,
Riemen-, Göpel- oder elektr. Betrieb.

SPEZIALITÄT: Rohrbrunnen-Pumpen jeder
..... Leistung und Förderhöhe.

Fernsprecher: Nr. 10 u. 12. — Kataloge zu Diensten.

Kleemann's

Pumpen-Packungen

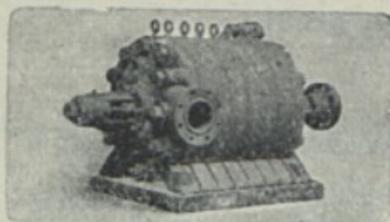
„Excelsior“

für alle Zwecke.

Man verlange Spezial-Preisliste PPL

Gustav Kleemann, Hamburg

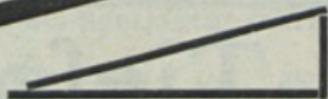
ZENTRIFUGALPUMPEN



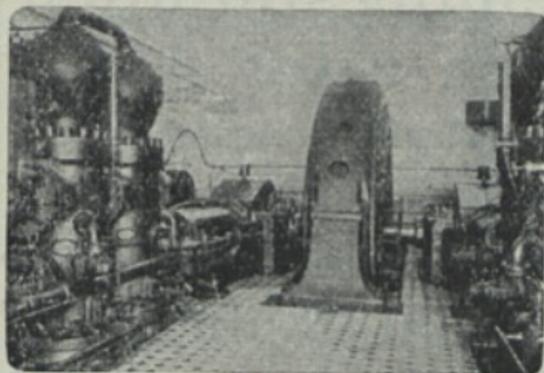
JEDER BAUART
UND GRÖSSE.
HOCH-, MITTEL- UND
NIEDERDRUCK-
ZENTRIFUGALPUMPEN

IN HORIZONTALER UND
VERTIKALER AN-
ORDNUNG.

EHRHARDT & SEHMER
MASCHINENFABRIK SCHLEIFMÜHLE, SAARBRÜCKEN 1.



KOLBENPUMPEN



FÜR
WASSER-
HALTUNGEN,
AKKUMU-
LATOREN,
FRESSWASSER
WASSERWERKE.

A. L. G. Dehne, Halle a. S.

Maschinenfabrik.

Pumpen für Wasser, Schlamm usw.

Grosse Auswahl von Modellen.

Schieberluftpumpen

ein- und mehrstufig. Für Vacuum und Druck.

Prima Konstruktion.

Gefällige Ausführung.

Tiefpumpen

für jede Leistung und Förderhöhe

Enteisenungspumpen

Pumpen aller Art

für Hand- und Kraftbetrieb fertigt als

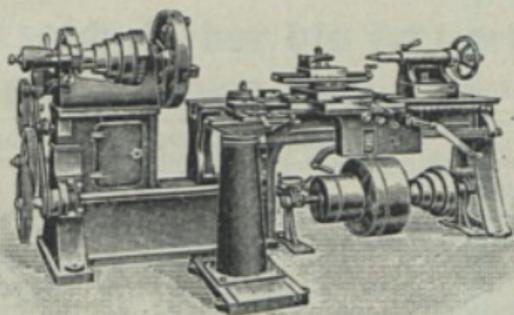
:: **Spezialität** ::

Staats - Medaillen

Goldene Medaillen

E. Bieske, Königsberg i. Pr.

Pumpenfabrik und Brunnenbaugeschäft.



Pumpen

für Haus, Hof, Industrie und Landwirtschaft für Hand-, Riemen-, Göpel- und elektrischen Betrieb.

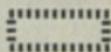
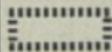
.....

Drehbänke modernster Konstruktion in 60 Größen als Spezialität fabrizieren

Langer & Co., G. m. b. H.

Pumpen- und Maschinenfabrik

Chemnitz W. 7



Sammlung

Jeder Band
eleg. geb.

80 Pf.

Böfchen

Verzeichnis der bis jetzt erschienenen Bände.

Bibliothek der Philosophie.

Hauptprobleme der Philosophie v. Dr. Georg Simmel, Professor an der Universität Berlin. Nr. 500.

Einführung in die Philosophie von Dr. Max Wentscher, Professor an der Universität Königsberg. Nr. 281.

Geschichte der Philosophie IV: Neuere Philosophie bis Kant von Dr. Bruno Bauch, Professor a. d. Universität Halle a. S. Nr. 394.

— **V: Immanuel Kant** von Dr. Bruno Bauch, Prof. a. d. Univ. Halle. Nr. 536.

Psychologie und Logik zur Einführung in die Philosophie von Professor Dr. Th. Efenhans. Mit 13 Figuren. Nr. 14.

Grundriß der Psychophysik von Professor Dr. G. F. Lipps in Leipzig. Mit 3 Figuren. Nr. 98.

Ethik von Professor Dr. Thomas Achelis in Bremen. Nr. 90.

Allgemeine Aesthetik von Professor Dr. Max Diez, Lehrer an der Kgl. Akademie der bildenden Künste in Stuttgart. Nr. 300.

Bibliothek der Sprachwissenschaft.

Indogerman. Sprachwissenschaft v. Dr. R. Meringer, Professor an der Universität Graz. Mit 1 Tafel. Nr. 59.

Germanische Sprachwissenschaft v. Dr. Rich. Loeve in Berlin. Nr. 238.

Romanische Sprachwissenschaft von Dr. Adolf Zauner, Privatdozent a. d. Univ. Wien. 2 Bde. Nr. 128, 250.

Semitische Sprachwissenschaft von Dr. C. Brodtmann, Professor an der Universität Königsberg. Nr. 291.

Finnisch-ugrische Sprachwissenschaft von Dr. Josef Szinyei, Prof. an der Universität Budapest. Nr. 463.

Deutsche Grammatik und kurze Geschichte der deutschen Sprache v. Schulr. Prof. Dr. D. Lyon i. Dresden. Nr. 20.

Deutsche Poetik von Dr. A. Borinski, Prof. a. d. Univ. München. Nr. 40.

Deutsche Redelehre von Hans Probst, Gymnasialprof. in Bamberg. Nr. 61.

Auffassentwürfe von Oberstudienrat Dr. L. W. Straub, Rektor des Eberhard-Ludwigs-Gymnas. i. Stuttgart. Nr. 17.

Wörterbuch nach der neuen deutsch. Rechtschreib. v. Dr. Heinrich Klenz. Nr. 200.

Deutsches Wörterbuch v. Dr. Richard Loeve in Berlin. Nr. 64.

Das Fremdwort im Deutschen von Dr. Rudolf Kleinpaul, Leipzig. Nr. 55.

Deutsches Fremdwörterbuch von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig. Nr. 273.

Plattdeutsche Mundarten von Professor Dr. Hub. Grimme in Freiburg (Schweiz). Nr. 461.

Die deutschen Personennamen von Dr. Rudolf Kleinpaul, Leipzig. Nr. 422.

Länder- und Völkernamen von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig. Nr. 478.

Engl.-deutsch. Gesprächsbuch v. Prof. Dr. E. Hausknecht, Lausanne. Nr. 424.

Geschichte der griechischen Sprache I: Bis zum Ausgange der klassischen Zeit von Dr. Otto Hoffmann, Prof. an der Univ. Münster. Nr. 111.

— **der lateinischen Sprache** von Dr. Friedrich Stolz, Professor an der Universität Innsbruck. Nr. 492.

Grundriß der lateinischen Sprachlehre von Professor Dr. W. Vofsch in Magdeburg. Nr. 82.

Russische Grammatik von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität Breslau. Nr. 66.

Kleines russisches Vokabelbuch von Dr. Erich Boehme, Vektor an der Handelshochschule Berlin. Nr. 475.

Russisch-deutsches Gesprächsbuch v. Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität Breslau. Nr. 68.

Russisches Lesebuch mit Glossar von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität Breslau. Nr. 67.

Geschichte der klassischen Philologie von Dr. Wilh. Kroll, ord. Prof. an der Universität Münster. Nr. 367.

Literaturgeschichtliche Bibliothek.

Deutsche Literaturgeschichte von Dr. Max Koch, Professor an der Universität Breslau. Nr. 31.

Deutsche Literaturgeschichte der Klassikerzeit von Professor Carl Weitzbrecht. Durchgesehen und ergänzt von Prof. Dr. Karl Berger. Nr. 161.

Deutsche Literaturgeschichte des 19. Jahrhunderts von Prof. Carl Weitzbrecht. Durchgesehen und ergänzt v. Dr. Richard Weitzbrecht in Wimpfen. 2 Teile. Nr. 134 und 135.

Geschichte des deutschen Romans von Dr. Hellmuth Mielske. Nr. 229.

Gotische Sprachdenkmäler m. Grammatik, Uebersetzung und Erläuterungen von Dr. Herm. Janßen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 79.

Mittelhochdeutsche Literatur mit Grammatik, Uebersetzung und Erläuterungen von Th. Schauffler, Professor am Realgymnasium in Ulm. Nr. 28.

Eddalieder mit Grammatik, Uebersetzung und Erläuterungen von Dr. Wilh. Ranisch, Gymnasialoberlehrer in Osnabrück. Nr. 171.

Das Walthari-Vied. Ein Heldenlied aus dem 10. Jahrhundert im Versmaße der Urschrift überetzt und erläutert von Professor Dr. S. Althof in Weimar. Nr. 46.

Dichtungen aus mittelhochdeutscher Frühzeit. In Auswahl mit Einleitungen und Wörterbuch herausgegeben von Dr. Hermann Janßen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 137.

Der Nibelunge Nôt in Auswahl und mittelhochdeutsche Grammatik m. kurz. Wörterbuch v. Dr. W. Goltzer, Prof. a. d. Univ. Rostock. Nr. 1.

Audrun und Dietrichen. Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. V. Jiriczek, Professor an der Universität Würzburg. Nr. 10.

Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Straßburg. Auswahl aus dem höfischen Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch von Dr. K. Marold, Professor am kgl. Friedrichskollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.

Walther von der Vogelweide mit Auswahl a. Minnefang u. Spruchdichtung. Mit Anmerkungen und einem Wörterbuch von O. Güntter, Prof. a. d. Oberrealschule u. a. d. Techn. Hochschule in Stuttgart. Nr. 23.

Die Epigonen des höfischen Epos. Auswahl aus deutschen Dichtungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junk, Altuaris der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Nr. 289.

Deutsche Literaturdenkmäler des 14. und 15. Jahrhunderts, ausgewählt und erläutert von Dr. Hermann Janßen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 181.

Deutsche Literaturdenkmäler des 16. Jahrhunderts. I: Martin Luther, Thomas Murner und das Kirchenlied des 16. Jahrhunderts. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.

— II: Hans Sachs. Ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Julius Sahr. Nr. 24.

— III: Von Brant b. Rollenhagen: Brant, Satten, Fischart, sowie Tierepos und Fabel. Ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Julius Sahr. Nr. 36.

— des 17. und 18. Jahrhunderts von Dr. Paul Legband in Berlin. 1. Teil. Nr. 364.

Simplicius Simplicissimus von Hans Jakob Christoffel von Grimmelshausen. In Auswahl herausgegeben von Dr. F. Bobertag, Dozent an der Universität Breslau. Nr. 138.

Das deutsche Volkslied. Ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Julius Sahr. 2 Bändchen. Nr. 25 und 132.

Englische Literaturgeschichte von Dr. Carl Weiser in Wien. Nr. 69.

Grundzüge und Haupttypen der englischen Literaturgeschichte von Dr. Arnold M. M. Säröder, Prof. an der Handelshochschule in Köln. 2 Teile. Nr. 286 und 287.

Italienische Literaturgeschichte von Dr. Karl Böhler, Professor an der Universität Heidelberg. Nr. 125.

Spanische Literaturgeschichte v. Dr. Rudolf Beer, Wien. 2 Bde. Nr. 167, 168.

Portugiesische Literaturgeschichte v. Dr. Karl von Reinhardtstoettner, Professor an der Königl. Technischen Hochschule München. Nr. 213.

Russische Literaturgeschichte v. Dr. Georg Polonskij in München. Nr. 166.

Russische Literatur von Dr. Erich Boehme, Direktor an der Handelshochschule Berlin. I. Teil: Auswahl moderner Prosa und Poesie mit ausführl. Anmerk. u. Akzentbezeichnung. Nr. 403.

— II. Teil: Всеволод Гаршинъ, Разсказы. Mit Anmerkungen und Akzentbezeichnung. Nr. 404.

Slavische Literaturgeschichte von Dr. Josef Karásek in Wien. I: **Ältere Literatur** b. z. Wiedergeburt. Nr. 277.

— II: **Das 19. Jahrhundert.** Nr. 278.

Nordische Literaturgeschichte. I: Die isländische u. norwegische Literatur des Mittelalters v. Dr. Wolfgang Goltner, Prof. an der Univ. Rostock. Nr. 254.

Die Hauptliteraturen des Orients von Dr. Mich. Haberlandt, Privatdoz. a. d. Univ. Wien. I: Die Literaturen Ostasiens und Indiens. Nr. 162.

— II: Die Literaturen der Perser, Semiten und Türken. Nr. 163.

Die christlichen Literaturen des Orients von Dr. Anton Baumstark. I: **Einleitung.** — Das christlich-aramäische u. d. koptische Schrifttum. Nr. 527.

— II: Das christlich-arabische und das äthiopische Schrifttum. — Das christliche Schrifttum der Armenier und Georgier. Nr. 528.

Griechische Literaturgeschichte mit Berücksichtigung der Wissenschaften von Dr. Alfred Gerde, Professor an der Universität Greifswald. Nr. 70.

Römische Literaturgeschichte von Dr. Herm. Joachim, Hamburg. Nr. 52.

Die Metamorphosen des P. Ovidius Naso. In Auswahl mit einer Einleitung und Anmerkungen herausgegeben von Dr. Julius Ziehen in Frankfurt a. M. Nr. 442.

Vergil, Aeneis. In Auswahl mit einer Einleitung und Anmerkungen herausgegeben von Dr. Julius Ziehen in Frankfurt a. M. Nr. 497.

Geschichtliche Bibliothek.

Einleitung in die Geschichtswissenschaft v. Dr. Ernst Bernheim, Prof. a. d. Universität Greifswald. Nr. 270.

Urgeschichte der Menschheit von Dr. Moriz Hoernes, Prof. a. d. Universität Wien. Mit 53 Abbildungen. Nr. 42.

Geschichte des alten Morgenlandes von Dr. Fr. Hommel, v. d. Prof. der semitischen Sprachen an der Universität München. Mit 9 Voll- u. Textbildern u. 1 Karte des Morgenlandes. Nr. 43.

Geschichte Israels bis auf die griech. Zeit v. Lic. Dr. J. Benzinger. Nr. 231.

Neutestamentliche Zeitgeschichte v. Lic. Dr. W. Staerk, Prof. an der Universität Vena. I: **Der historische und kulturgeschichtliche Hintergrund des Urchristentums.** Mit 3 Karten. Nr. 325.

— II: **Die Religion des Judentums im Zeitalter des Hellenismus u. d. Römerherrschaft.** Mit 1 Planskizze. Nr. 326.

Griechische Geschichte von Dr. Heinrich Swoboda, Professor a. d. Deutschen Universität Prag. Nr. 49.

Griechische Altertumskunde v. Prof. Dr. Rich. Maish, neu bearbeitet von Rektor Dr. Franz Bohlhammer. Mit 9 Vollbildern. Nr. 16.

Römische Geschichte von Realgymnasialdirektor Dr. Julius Koch in Grunewald. Nr. 19.

Römische Altertumskunde v. Dr. Leo Bloch, Wien. Mit 8 Vollbild. Nr. 45.

Geschichte d. byzantinischen Reiches v. Dr. K. Roth in Rempten. Nr. 190.

Deutsche Geschichte von Prof. Dr. F. Kurze, Oberlehrer am Königl. Luisengymnasium in Berlin. 1: **Mittelalter** (bis 1519). Nr. 33.

— II: **Zeitalter der Reformation und der Religionskriege** (1500 bis 1648). Nr. 34.

— III: **Vom Westfälischen Frieden bis zur Auflösung des alten Reichs** (1648—1806). Nr. 35.

Deutsche Stammeskunde von Dr. Rudolf Much, Prof. a. d. Univ. Wien. Mit 2 Karten und 2 Tafeln. Nr. 126.

Die deutschen Altertümer von Dr. Franz Fuhse, Dir. d. Städt. Museums in Braunschweig. Mit 70 Abb. Nr. 124.

Umriss der Burgenkunde von Hofrat Dr. Otto Piper in München. Mit 30 Abbildungen. Nr. 119.

Deutsche Kulturgeschichte von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.

Deutsches Leben im 12. u. 13. Jahrhundert von Prof. Dr. Sul. Dieffenbacher i. Freiburg i. B. Realkommentar zu den Volks- und Kunstepen und zum Minnesang. I: **Öffentliches Leben**. Mit 1 Tafel und Abbildgn. Nr. 93.

— II: **Privatleben**. Mit Abb. Nr. 328.

Quellenkunde der Deutschen Geschichte von Dr. Carl Jacob, Prof. a. d. Univ. Tübingen. 1. Bd. Nr. 279.

Österreichische Geschichte von Prof. Dr. Franz von Kronek, neu bearbeitet von Dr. Karl Uhlirz, Prof. an der Universität Graz. I: **Von der Urzeit bis z. Tode König Albrechts II.** (1439). Mit 11 Stammtafeln. Nr. 104.

— II: **Vom Tode König Albrechts II. bis zum Westfälischen Frieden** (1440 bis 1648). Mit 2 Stammtaf. Nr. 105.

Englische Geschichte von Professor L. Gerber in Düsseldorf. Nr. 375.

Französische Geschichte von Dr. R. Sternfeld, Professor an der Universität Berlin. Nr. 85.

Russische Geschichte von Dr. Wilhelm Reeb, Oberlehrer am Ostergymnasium in Mainz. Nr. 4.

Polnische Geschichte von Dr. Clemens Brandenburger in Posen. Nr. 338.

Spanische Geschichte von Dr. Gust. Diercks. Nr. 266.

Schweizerische Geschichte von Dr. A. Dändliker, Professor an der Universität Zürich. Nr. 188.

Geschichte der christlichen Balkanstaaten (Bulgarien, Serbien, Rumänien, Montenegro, Griechenland) von Dr. A. Roth in Kempten. Nr. 331.

Bayerische Geschichte von Dr. Hans Dötel in Augsburg. Nr. 160.

Geschichte Frankens v. Dr. Christian Meyer, kgl. preuß. Staatsarchivar a. D. in München. Nr. 434.

Sächsische Geschichte von Professor Otto Kaemmel, Rektor des Nikolai-gymnasiums zu Leipzig. Nr. 100.

Thüringische Geschichte v. Dr. Ernst Devrient in Leipzig. Nr. 352.

Badische Geschichte von Dr. Karl Brunner, Professor am Gymnasium zu Pforzheim und Privatdozent der Geschichte an der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Nr. 230.

Württembergische Geschichte v. Dr. Karl Weller, Professor am Karls-gymnasium in Stuttgart. Nr. 462.

Geschichte Lothringens von Geheim. Regierungsrat Dr. Herm. Derichsweiler in Straßburg. Nr. 6.

Die Kultur der Renaissance. **Gesittung, Forschung, Dichtung** von Dr. Robert F. Arnold, Professor an der Universität Wien. Nr. 189.

Geschichte des 19. Jahrhunderts v. Oskar Jäger, o. Honorarprofessor an der Universität Bonn. 1. Bändchen: 1800—1852. Nr. 216.

— 2. Bändchen: 1853 bis Ende d. Jahrhunderts. Nr. 217.

Kolonialgeschichte von Dr. Dietrich Schäfer, Professor der Geschichte an der Universität Berlin. Nr. 156.

Die Seemacht in der deutschen Geschichte von Winkl. Admiraltätsrat Dr. Ernst von Halle, Professor an der Universität Berlin. Nr. 370.

Geographische Bibliothek.

Physische Geographie v. Dr. Siegm. Günther, Professor an der Königl. Technischen Hochschule in München. Mit 32 Abbildungen. Nr. 26.

Astronomische Geographie von Dr. Siegm. Günther, Professor an der kgl. Technisch. Hochschule in München. Mit 52 Abbildungen. Nr. 92.

- Klimakunde. 1: Allgemeine Klima-
lehre** von Professor Dr. W. Köppen,
Meteorologe der Seewarte Hamburg.
Mit 7 Tafeln u. 2 Figuren. Nr. 114.
- Paläoklimatologie** von Dr. Wilh. R.
Ehardt, Assistent a. Meteorologischen
Observatorium und der öffentl. Wetter-
dienststelle in Wachen. Nr. 482.
- Meteorologie** von Dr. W. Traberl,
Prof. an der Univerf. in Innsbruck.
Mit 49 Abbild. u. 7 Tafeln. Nr. 54.
- Physische Meereskunde** v. Prof. Dr.
Gerhard Scholl, Abteilungsvorsteher a.
der Deutschen Seewarte in Hamburg.
Mit 39 Abb. im Text u. 8 Taf. Nr. 112.
- Paläogeographie.** Geologische Ge-
schichte der Meere u. Festländer v. Dr.
Fr. Kofsmat, Wien. M. 6 Kart. Nr. 406.
- Das Eiszeitalter** von Dr. Emil Werth
in Berlin-Wilmersdorf. Mit 17 Ab-
bildungen und 1 Karte. Nr. 431.
- Die Alpen** v. Dr. Robert Sieger, Prof.
an der Universität Graz. Mit 19 Ab-
bildungen und 1 Karte. Nr. 129.
- Gletscherkunde** v. Dr. Friz Machacek
in Wien. Mit 5 Abbildungen im
Text und 11 Tafeln. Nr. 154.
- Pflanzengeographie** von Prof. Dr.
Ludwig Diels, Privatdozent an der
Universität Berlin. Nr. 389.
- Tiergeographie** v. Dr. Arnold Jacobi,
Prof. der Zoologie a. d. kgl. Forstak.
zu Tharandt. Mit 2 Karten. Nr. 218.
- Länderkunde von Europa** von Dr.
Franz Heiderich, Prof. an der Export-
akademie in Wien. Mit 10 Text-
kärtchen und Profilen und einer Karte
der Alpeneinteilung. Nr. 62.
- Länderkunde der außereurop. Erd-
teile** von Dr. Franz Heiderich, Prof. an
der Exportakademie in Wien. Mit
11 Textkärtchen und Profilen. Nr. 63.
- Landeskunde und Wirtschaftsgeo-
graphie d. Festlandes Australiens**
von Dr. Kurt Hassert, Prof. an der
Handelshochschule i. Köln. Mit 8 Abb.,
6 graph. Tabell. u. 1 Karte. Nr. 319.
- Landeskunde von Baden** von Prof.
Dr. O. Kienitz in Karlsruhe. Mit
Profilen, Abbild. u. 1 Karte. Nr. 199.
- **des Königreichs Bayern** von Dr.
W. Gdh., Professor an der kgl. Techn.
Hochschule München. Mit Profilen,
Abbildungen und 1 Karte. Nr. 176.
- Landeskunde der Republik Braffi-
lien** von Rodolpho von Shering.
Mit 12 Abb. u. einer Karte. Nr. 373.
- **von Britisch-Nordamerika** von
Professor Dr. A. Ooppel in Bremen.
Mit 13 Abbild. u. 1 Karte. Nr. 284.
- **von Elfaß-Lothringen** von Prof.
Dr. R. Langenbeck in Straßburg i. E.
Mit 11 Abbild. u. 1 Karte. Nr. 215.
- **von Frankreich** von Dr. Richard
Neufe, Direktor der Oberrealschule in
Spandau. 1. Bändchen. Mit 23 Ab-
bildungen im Text und 16 Landschafts-
bildern auf 16 Tafeln. Nr. 466.
- — 2. Bändchen. Mit 15 Abbildungen
im Text, 18 Landschaftsbildern auf
16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 467.
- **des Großherzogtums Hessen,
der Provinz Hessen-Nassau und
des Fürstentums Waldeck** von
Prof. Dr. Georg Greim in Darmstadt.
Mit 13 Abbild. u. 1 Karte. Nr. 376.
- **der Iberischen Halbinsel** von
Dr. Friz Regel, Professor an der
Universität Würzburg. Mit 8 Kärt-
chen und 8 Abbildungen im Text und
1 Karte in Farbendruck. Nr. 235.
- **der Großherzogtümer Mecklen-
burg u. d. Freien u. Hansestadt
Lübeck** von Dr. Sebald Schwarz,
Direktor der Realschule zum Dom in
Lübeck. Mit 17 Abbildungen und
Karten im Text, 16 Tafeln und einer
Karte in Lithographie. Nr. 487.
- **von Osterreich-Ungarn** von Dr.
Alfred Grund, Professor an der Uni-
versität Berlin. Mit 10 Textillustra-
tionen und 1 Karte. Nr. 244.
- **der Rheinprovinz** von Dr. B.
Steinede, Direktor des Realgymna-
siums in Essen. Mit 9 Abbildungen,
3 Kärtchen und 1 Karte. Nr. 308.
- **des Europäischen Rußlands nebst
Finnlands** von Dr. Alfred Philipp-
son, ord. Prof. der Geographie an der
Univ. Halle a. S. Mit 9 Abb., 7 Text-
karten und 1 lithogr. Karte. Nr. 359.
- **des Königreichs Sachsen** v. Dr.
J. Zemmrich, Oberlehrer am Real-
gymnasium in Plauen. Mit 12 Ab-
bildungen und 1 Karte. Nr. 258.
- **der Schweiz** von Professor Dr. S.
Walser in Bern. Mit 16 Abbildungen
und einer Karte. Nr. 398.

Landeskunde von Skandinavien (Schweden, Norwegen und Dänemark) von Kreisinspektor Heinrich Kerp in Kreuzburg. Mit 11 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 202.

— **der Vereinigten Staaten von Nordamerika** von Prof. Heinrich Fischer, Oberlehrer am Luisenstädtischen Realgymnas. in Berlin. Mit Karten, Fig. u. Taf. 2 Bde. Nr. 381, 382.

— **des Königreichs Württemberg** von Dr. Kurt Hassert, Prof. an der Handelshochschule in Köln. M. 16 Vollbildern und 1 Karte. Nr. 157.

Die deutschen Kolonien I: Togo und Kamerun von Prof. Dr. Karl Dove in Göttingen. Mit 16 Tafeln und einer lithographischen Karte. Nr. 441.

Landes- u. Volkskunde Palästinas v. Privatdoz. Dr. G. Hölscher, Halle a. S. Mit 8 Vollbildern u. 1 Karte. Nr. 345.

Völkerkunde von Dr. Michael Haberlandt, Privatdozent an der Universität Wien. Mit 56 Abbildung. Nr. 73.

Kartenkunde, geschichtlich dargestellt v. E. Selcch, Direktor der k. k. Nautischen Schule, Luffinpiccolo, J. Sauter, Prof. am Realgymnasium in Ulm und Dr. Paul Vinje, Assistent der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin, neu bearbeitet v. Dr. M. Groll, Kartograph in Berlin. Mit 71 Abbild. Nr. 30.

Mathematische und astronomische Bibliothek.

Geschichte der Mathematik von Dr. A. Sturm, Prof. am Obergymnasium in Seitensteden. Nr. 226.

Arithmetik und Algebra von Dr. Hermann Schubert, Professor an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 47.

Beispielsammlung zur Arithmetik und Algebra von Dr. Hermann Schubert, Prof. a. d. Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 48.

Algebraische Kurven v. Eugen Beutel, Oberreallehrer in Baihingen-Enz. I: Kurvendiskussion. Mit 57 Figuren im Text. Nr. 435.

— II: Theorie und Kurven dritter und vierter Ordnung. Mit 52 Figuren im Text. Nr. 436.

Determinanten von Paul B. Fischer, Oberlehrer an der Oberrealschule zu Groß-Lichterfelde. Nr. 402.

Koordinatensysteme v. Paul B. Fischer, Oberlehrer an der Oberrealschule zu Groß-Lichterfelde. Mit 8 Fig. Nr. 507.

Ebene Geometrie mit 110 zweifarbig. Figuren von G. Mahler, Professor am Gymnasium in Ulm. Nr. 41.

Darstellende Geometrie von Dr. Rob. Kaufner, Prof. an der Unvers. Jena. I: Mit 110 Figuren. Nr. 142.

— II: Mit 40 Figuren. Nr. 143.

Wahrscheinlichkeitsrechnung von Dr. Franz Sach, Professor am Eberhard-Ludwigs-Gymnasium i. Stuttgart. Mit 15 Figuren im Text. Nr. 508.

Ebene u. sphärische Trigonometrie mit 70 Figuren von Dr. Gerhard Hessenberg, Prof. a. d. Landwirtschaftl. Akademie Bonn-Poppelsdorf. Nr. 99.

Stereometrie mit 66 Figuren von Dr. R. Glafer in Stuttgart. Nr. 97.

Niedere Analysis mit 6 Figuren von Professor Dr. Benedikt Sporer in Ehingen. Nr. 53.

Vierstellige Tafeln u. Segentafeln für logarithmisches und trigonometrisches Rechnen in zwei Farben zusammengestellt von Dr. Hermann Schubert, Prof. an d. Gelehrtenschule d. Johanneums in Hamburg. Nr. 81.

Fünfstellige Logarithmen von Prof. Aug. Adler, Direktor der k. k. Staatsoberrealschule in Wien. Nr. 423.

Analytische Geometrie der Ebene mit 57 Figuren von Professor Dr. M. Simon in Straßburg. Nr. 65.

Aufgabensammlung zur analytisch. Geometrie der Ebene mit 32 Fig. von D. Th. Bürklen, Prof. am Realgymnas. in Schwäb.-Gmünd. Nr. 256.

Analytische Geometrie des Raumes mit 28 Abbildungen von Professor Dr. M. Simon in Straßburg. Nr. 89.

Aufgabensammlung zur analytischen Geometrie des Raumes mit 8 Fig. von D. Th. Bürklen, Prof. am Realgymnas. in Schwäb.-Gmünd. Nr. 309.

Höhere Analysis von Dr. Friedrich Junker, Prof. am Karls-Gymnasium in Stuttgart. I: **Differentialrechnung** mit 68 Figuren. Nr. 87.

— II: **Integralrechnung** mit 89 Figuren. Nr. 88.

Repetitorium und Aufgabensammlung zur Differentialrechnung mit 46 Fig. von Dr. Friedr. Junker, Prof. a. Karlslymn., Stuttgart. Nr. 146.

Repetitorium und Aufgabensammlung zur Integralrechnung mit 52 Fig. von Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlslymn. in Stuttgart. Nr. 147.

Projektive Geometrie in synthetischer Behandlung mit 91 Fig. von Dr. A. Doeblemann, Professor an der Universität München. Nr. 72.

Mathematische Formelsammlung u. Repetitorium der Mathematik, enth. die wichtigsten Formeln und Lehrsätze der Arithmetik, Algebra, algebraischen Analysis, ebenen Geometrie, Stereometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie, mathem. Geographie, analyt. Geometrie der Ebene und des Raumes, der Differential- und Integralrechnung von D. Th. Bürklen, Professor a. Königl. Realgymnasium in Schwäb.-Gmünd. Mit 18 Fig. Nr. 51.

Einführung in die geometrische Optik von Dr. W. Hinrichs in Wilmersdorf-Berlin. Nr. 532.

Versicherungsmathematik von Dr. Alfred Poewy, Professor an der Universität Freiburg i. Br. Nr. 180.

Geometrisches Zeichnen v. H. Becker, neu bearbeitet v. Prof. J. Vonderlinn, Direktor der Kgl. Baugewerkschule zu München i. W. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.

Vektoranalysis von Dr. Stegfr. Valentiner, Privatdozent für Physik an der Universität Berlin. Mit 11 Fig. Nr. 354.

Astronomie. Größe, Bewegung und Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neu bearbeitet von Dr. Hermann Kobold, Prof. an der Universität Kiel. I: Das Planetensystem. Mit 33 Abbildungen. Nr. 11.

— II: Kometen, Meteore und das Sternsystem. Mit 14 Figuren und 2 Sternkarten. Nr. 529.

Astrophysik. Die Beschaffenheit der Himmelskörper v. Dr. Walter F. Wislicenus, neu bearb. von Dr. S. Lundenorff, Potsdam. Mit 15 Abb. Nr. 91.

Astronomische Geographie mit 52 Fig. von Dr. Stegm. Günther, Prof. a. d. Techn. Hochschule in München. Nr. 92.

Vermessungskunde von Dipl.-Ingen. P. Werkmeister, Oberlehrer an der Kaiserl. Techn. Schule i. Straßburg i. E. I: Feldmessen und Nivellieren. Mit 146 Abbildungen. Nr. 468.

— II: Der Theodolit. Trigonometrische u. barometrische Höhenmessung. Tachymetrie. Mit 109 Abbild. Nr. 469.

Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate mit 15 Fig. und 2 Tafeln von Wily. Weibrecht, Professor der Geodäsie in Stuttgart. Nr. 302.

Nautik. Kurzer Abriss des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schiffahrtskunde mit 56 Abbild. von Dr. Franz Schulze, Direktor d. Navigationschule zu Lübeck. Nr. 84.

Gleichzeitig macht die Verlags-handlung auf die „Sammlung Schubert“, eine Sammlung mathematischer Lehrbücher, aufmerksam. Ein vollständiges Verzeichnis dieser Sammlung, sowie ein ausführlicher Katalog aller übrigen mathematischen Werke der G. S. Göschen'schen Verlags-handlung kann kostenfrei durch jede Buch-handlung bezogen werden.

Naturwissenschaftliche Bibliothek.

Paläontologie und Abstammungslehre von Professor Dr. Karl Diener in Wien. Mit 9 Abbild. Nr. 460.

Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten von C. Rehmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. S. Seiler. M. 47 Abb. u. 1 Taf. Nr. 18.

Urgeschichte der Menschheit von Dr. Moritz Hoernes, Prof. an der Universität Wien. Mit 53 Abb. Nr. 42.

Völkerkunde von Dr. Michael Haberlandt, k. u. k. Kustos der ethnogr. Sammlung des naturhistor. Hofmuseums und Privatdozent an der Universität Wien. Mit 51 Abbildungen. Nr. 73.

Tierkunde von Dr. Franz v. Wagner, Professor an der Universität Graz. Mit 78 Abbildungen. Nr. 60.

Abriss der Biologie der Tiere von Dr. Heinrich Simroth, Professor an der Universität Leipzig. Nr. 131.

- Tiergeographie** von Dr. Arnold Jacobi, Professor der Zoologie an der Königl. Forstakademie zu Tharandt. Mit 2 Karten. Nr. 218.
- Das Tierreich. I: Säugetiere** von Oberstudienrat Professor Dr. Kurt Lampert, Vorsteher des Königl. Naturalienkabinetts in Stuttgart. Mit 15 Abbildungen. Nr. 282.
- **III: Reptilien und Amphibien** von Dr. Franz Werner, Privatdozent an der Universität Wien. Mit 48 Abbildungen. Nr. 383.
- **IV: Fische** von Dr. Max Rauther, Professor der Zoologie an der Univ. Sena. Mit 37 Abb. Nr. 356.
- **VI: Die wirbellosen Tiere** von Dr. Ludwig Böhmig, Professor der Zoologie an der Universität Graz. I: Urthiere, Schwämme, Nesseltiere, Rippenquallen und Würmer. Mit 74 Figuren. Nr. 439.
- **II: Krebse, Spinnentiere, Tausendfüßer, Weichtiere, Moostierchen, Armfüßer, Stachelhäuter und Manteltiere.** Mit 97 Figuren. Nr. 440.
- Entwicklungsgeschichte der Tiere** von Dr. Johannes Meisenheimer, Professor der Zoologie an der Universität Marburg. I: Furchung, Primitivanlagen, Larven, Formbildung, Embryonalhüllen. Mit 48 Fig. Nr. 378.
- **II: Organbildung.** Mit 46 Fig. Nr. 379.
- Schmarozer und Schmarozerlum in der Tierwelt.** Erste Einführung in die tierische Schmarozerkunde von Dr. Franz von Wagner, Prof. an der Univ. Graz. Mit 67 Abb. Nr. 151.
- Geschichte der Zoologie** von Dr. Rud. Burdhardt, weil. Direktor der Zoologischen Station des Berliner Aquariums in Rovigno (Istrien). Nr. 357.
- Die Pflanze, ihr Bau und ihr Leben** von Professor Dr. E. Dennert in Godesberg. Mit 96 Abbildungen. Nr. 44.
- Das Pflanzenreich.** Einteilung des gesamten Pflanzenreichs mit den wichtigsten und bekanntesten Arten von Dr. F. Reinecke in Breslau und Dr. W. Migula, Professor an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Figuren. Nr. 122.
- Die Stämme des Pflanzenreichs** von Privatdozent Dr. Rob. Pilger, Kupflos am Königl. Botanischen Garten in Berlin-Dahlem. Mit 22 Abbildungen. Nr. 485.
- Pflanzenbiologie** von Dr. W. Migula, Professor an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbildungen. Nr. 127.
- Pflanzengeographie** von Prof. Dr. Ludwig Diels, Privatdozent an der Universität Berlin. Nr. 389.
- Morphologie, Anatomie und Physiologie der Pflanzen** von Dr. W. Migula, Professor an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbild. Nr. 141.
- Die Pflanzenwelt der Gewässer** von Dr. W. Migula, Professor an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbildungen. Nr. 158.
- Exkursionsflora von Deutschland** zum Bestimmen d. häufigeren in Deutschland wildwachsenden Pflanzen von Dr. W. Migula, Professor an der Forstakademie Eisenach. 2 Teile. Mit 100 Abbildungen. Nr. 268, 269.
- Die Nadelhölzer** von Prof. Dr. F. W. Neger in Tharandt. Mit 85 Abbild., 5 Tabellen und 3 Karten. Nr. 355.
- Ruhpflanzen** von Professor Dr. J. Behrens, Vorst. der Großh. landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenbergl. Mit 53 Figuren. Nr. 123.
- Das System der Blütenpflanzen** mit Ausschluß der Gymnospermen von Dr. R. Pilger, Assistent am Königl. Botanischen Garten in Berlin-Dahlem. Mit 31 Figuren. Nr. 393.
- Pflanzenkrankheiten** von Dr. Werner Friedrich Bruch in Gießen. Mit 1 farb. Tafel und 45 Abbildungen. Nr. 310.
- Mineralogie** von Dr. Robert Brauns, Professor an der Universität Bonn. Mit 132 Abbildungen. Nr. 29.
- Geologie** in kurzem Auszug für Schulen und zur Selbstbelehrung zusammengestellt von Professor Dr. Eberh. Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbildungen u. 4 Tafeln mit 51 Figuren. Nr. 13.
- Paläontologie** von Dr. Rud. Hoernes, Professor an der Universität Graz. Mit 87 Abbildungen. Nr. 95.
- Petrographie** von Dr. W. Bruhns, Professor an der Universität Straßburg i. E. Mit 15 Abbildungen. Nr. 173.
- Kristallographie** von Dr. W. Bruhns, Prof. an der Universität Straßburg i. E. Mit 190 Abbildungen. Nr. 210.
- Geschichte der Physik** von A. Kistner, Professor an der Großh. Realschule zu Sinsheim a. E. I: Die Physik bis Newton. Mit 13 Figuren. Nr. 293.

Geschichte der Physik. II: Die Physik von Newton bis zur Gegenwart. Mit 3 Figuren. Nr. 294.

Theoretische Physik. Von Dr. Gustav Säger, Prof. der Physik an der Techn. Hochschule in Wien. I. Teil: Mechanik u. Akustik. Nr. 19 Abb. Nr. 76.

— II. Teil: Licht und Wärme. Mit 47 Abbildungen. Nr. 77.

— III. Teil: Elektrizität und Magnetismus. Mit 33 Abbildungen. Nr. 78.

— IV. Teil: Elektromagnetische Lichttheorie u. Elektronik. Mit 21 Fig. Nr. 374.

Radioaktivität von Wlth. Frommel. Mit 18 Figuren. Nr. 317.

Physikalische Messungsmethoden von Wilhelm Bahrdt, Oberlehrer an der Oberrealschule in Groß-Viehrfelde. Mit 49 Figuren. Nr. 301.

Physikalische Aufgabensammlung von G. Mahler, Prof. am Gymnasium in Ulm. Mit den Resultaten. Nr. 243.

Physikalische Formelsammlung von G. Mahler, Professor am Gymnasium in Ulm. Nr. 136.

Physikalisch-Chemische Rechenaufgaben von Prof. Dr. R. Abegg und Privatdozent Dr. D. Sadur, beide an der Universität Breslau. Nr. 445.

Vektoranalysis von Dr. Siegf. Valentin, Privatdozent für Physik an der Univ. Berlin. Mit 11 Fig. Nr. 354.

Geschichte der Chemie von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chemischen Laboratorium der Königl. Technischen Hochschule Stuttgart. I: Von den ältesten Zeiten bis zur Verbrennungstheorie von Lavoisier. Nr. 264.

— II: Von Lavoisier b. z. Gegenw. Nr. 265.

Anorganische Chemie von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 37.

Metalloide (Anorganische Chemie I. Teil) von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Königl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 211.

Metalle (Anorganische Chemie II. Teil) von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Kgl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 212.

Organische Chemie von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 38.

Chemie der Kohlenstoffverbindungen von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule Stuttgart. I. II. Aliphatische Verbindungen. 2 Teile. Nr. 191, 192.

Chemie der Kohlenstoffverbindungen. III: Karbocyclische Verbindungen. Nr. 193.

— IV: Heterocyclische Verbind. Nr. 194.

Analytische Chemie von Dr. Johannes Hoppe. I: Theorie und Gang der Analyse. Nr. 247.

— II: Reaktion der Metalloide und Metalle. Nr. 248.

Mazanalise von Dr. Otto Röhm in Stuttgart. Mit 14 Figuren. Nr. 221.

Technisch-Chemische Analyse von Dr. G. Lunge, Professor an der Eidgen. Polytechnischen Schule in Zürich. Mit 16 Abbildungen. Nr. 195.

Stereochemie von Dr. E. Wedekind, Professor an der Universität Tübingen. Mit 34 Abbildungen. Nr. 201.

Allgemeine u. physikalische Chemie von Dr. Max Rudolphi, Professor an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit 22 Figuren. Nr. 71.

Elektrochemie von Dr. Heinrich Danneel in Genf. I. Teil: Theoretische Elektrochemie und ihre physikalisch-chemischen Grundlagen. Mit 18 Figuren. Nr. 252.

— II: Experimentelle Elektrochemie, Messmethoden, Leitfähigkeit, Lösungen. Mit 26 Figuren. Nr. 253.

Topikologische Chemie von Privatdozent Dr. E. Mannheim in Bonn. Mit 6 Abbildungen. Nr. 465.

Agrikulturchemie. I: Pflanzenernährung v. Dr. Karl Grauer. Nr. 329.

Das agrikulturchemische Kontrollwesen von Dr. Paul Kriehle in Göttingen. Nr. 304.

Agrikulturchemische Untersuchungsverfahren von Professor Dr. Emil Haselhoff, Vorsteher der landwirtschaftl. Versuchsanstalt in Marburg. Nr. 470.

Physiologische Chemie von Dr. med. A. Lehmann in Berlin. I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.

— II: Dissimilation. Mit 1 Taf. Nr. 241.

Meteorologie von Dr. W. Trabert, Professor an der Universität Innsbruck. Mit 49 Abbild. u. 7 Tafeln. Nr. 54.

Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht von Dr. A. Nippoldt jr., Mitglied des Königl. Preuß. Meteorologischen Instituts zu Potsdam. Mit 14 Abbildungen und 3 Taf. Nr. 175.

Astronomie. Größe, Bewegung und Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neu bearbeitet von Dr. Herm. Kobold, Professor an der Universität Kiel. I: Das Planetensystem. Mit 33 Abbildungen. Nr. 11.

— II: Kometen, Meteore und das Sternsystem. Mit 14 Figuren und 2 Sternkarten. Nr. 529.

Astrophysik. Die Beschaffenheit der Himmelskörper von Professor Dr. Walter F. Wislicenus. Neu bearbeitet von Dr. H. Ludendorff, Potsdam. Mit 15 Abbildungen. Nr. 91.

Astronomische Geographie von Dr. Siegmund Günther, Professor an der Technischen Hochschule in München. Mit 52 Abbildungen. Nr. 92.

Physische Geographie von Dr. Siegmund Günther, Professor an der kgl. Technischen Hochschule in München. Mit 32 Abbildungen. Nr. 26.

Physische Meereskunde von Professor Dr. Gerhard Schott, Abteilungsvorsteher an der Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit 39 Abbildungen im Text und 8 Tafeln. Nr. 112.

Klimakunde I: Allgemeine Klimalehre von Professor Dr. W. Köppen, Meteorologe der Seewarte Hamburg. Mit 7 Tafeln und 2 Figuren. Nr. 114.

Paläoklimatologie von Dr. Wilh. R. Ehardt in Aachen. Nr. 482.

Bibliothek der Physik.

Siehe unter Naturwissenschaften.

Bibliothek der Chemie.

Siehe unter Naturwissenschaften und Technologie.

Bibliothek der Technologie.

Chemische Technologie.

Allgemeine chemische Technologie von Gustav Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.

Die Zette und Ole sowie die **Seifen- und Kerzenfabrikation** und die **Sarze, Lacke, Firnisse** mit ihren wichtigsten Hilfsstoffen von Dr. Karl Braun. I: Einführung in die Chemie, Besprechung einiger Salze und der Zette und Ole. Nr. 335.

Die Zette und Ole. II: Die Seifenfabrikation, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation. Nr. 25 Abb. Nr. 336.

— III: Sarze, Lacke, Firnisse. Nr. 337.

Ätherische Ole und Riechstoffe von Dr. F. Kochussen in Miltitz. Mit 9 Abbildungen. Nr. 446.

Die Explosivstoffe. Einführung in die Chemie der explosiven Vorgänge von Dr. H. Brunswig in Neubabelsberg. Mit 16 Abbildungen. Nr. 333.

Brauereiwesen I: Mälzerei von Dr. Paul Dreverhoff, Direktor der Brauer- und Mälzerschule in Grimma. Mit 16 Abbildungen. Nr. 303.

Das Wasser und seine Verwendung in Industrie und Gewerbe von Dipl.-Ing. Dr. Ernst Leher. Mit 15 Abbildungen. Nr. 261.

Wasser und Abwässer. Ihre Zusammensetzung, Beurteilung und Untersuchung von Prof. Dr. Emil Haselhoff, Vorsteher der landwirtsch. Versuchsstation in Marburg in Hessen. Nr. 473.

Jündwaren von Direktor Dr. Alfons Bujard, Vorstand des Städt. Chem. Laboratoriums in Stuttgart. Nr. 109.

Anorganische chemische Industrie von Dr. Gustav Rauter in Charlottenburg. I: Die Leblancsodaindustrie und ihre Nebenzweige. Mit 12 Taf. Nr. 205.

— II: Salinenweizen, Kalisalze, Düngerindustrie und Verwandtes. Mit 6 Tafeln. Nr. 206.

— III: Anorganische chemische Präparate. Mit 6 Tafeln. Nr. 207.

Metallurgie von Dr. Aug. Geiß in München. 2 Bände. Mit 21 Figuren. Nr. 313, 314.

Elektrometallurgie von Regier.-Rat Dr. Fr. Regelsberger in Steglitz-Berlin. Mit 16 Figuren. Nr. 110.

Die Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels von Dr. Gustav Rauter. I: Glas- und keramische Industrie. Mit 12 Tafeln. Nr. 233.

— II: Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.

Die Teerfarbstoffe mit besonderer Berücksichtigung der synthetischen Methoden von Dr. Hans Bucherer, Prof. an der kgl. Techn. Hochschule Dresden. Nr. 214.

Mechanische Technologie.

Mechanische Technologie von Geh. Hofrat Professor A. Lüdicke in Braunschweig. 2 Bände. Nr. 340, 341.

Textil-Industrie I: Spinnerei und Zwirnerei von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 39 Fig. Nr. 184.

— **II:** Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation von Professor Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Figuren. Nr. 185.

— **III:** Wäscherei, Bleicherei, Färberei u. ihre Hilfsstoffe von Dr. Wilh. Massof, Lehrer an der Preuß. höheren Fachschule für Textil-Industrie in Krefeld. Mit 28 Figuren. Nr. 186.

Die Materialien des Maschinenbaues und der Elektrotechnik von Ingenieur Prof. Herm. Wilda in Bremen. Mit 3 Abbildungen. Nr. 476.

Das Holz. Aufbau, Eigenschaften und Verwendung von Prof. Herm. Wilda in Bremen. Mit 33 Abbild. Nr. 459.

Das autogene Schweiß- u. Schneidverfahren von Ingenieur Hans Niese in Kiel. Mit 30 Figuren. Nr. 499.

Bibliothek der

Ingenieurwissenschaften.

Das Rechnen in der Technik und seine Hilfsmittel (Rechenschieber, Rechen tafeln, Rechenmaschinen usw.) von Ingenieur Joh. Eugen Mayer in Karlsruhe i. B. Mit 30 Abbild. Nr. 405.

Materialprüfungswesen. Einführung in die moderne Technik der Materialprüfung von A. Memmler, Diplom-Ingenieur, ständ. Mitarbeiter am kgl. Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde. I: Materialeigenschaften. — Festigkeitsversuche. — Hilfsmittel für Festigkeitsversuche. Mit 58 Figuren. Nr. 311.

— **II:** Metallprüfung und Prüfung von Hilfsmaterialien des Maschinenbaues. — Baumaterialprüfung. — Papierprüfung. — Schmiermittelsprüfung. — Einiges über Metallographie. Mit 31 Figuren. Nr. 312.

Metallographie. Kurze, gemeinschaftliche Darstellung der Lehre von den Metallen und ihren Legierungen, unter besonderer Berücksichtigung der Metallmikroskopie von Prof. E. Heyn und Prof. D. Bauer am kgl. Materialprüfungsamt (Groß-Lichterfelde) der kgl. Technischen Hochschule zu Berlin. I: Allgemeiner Teil. Mit 45 Abbildungen im Text und 5 Lichtbildern auf 3 Tafeln. Nr. 432.

— **II:** Spezieller Teil. Mit 49 Abbildungen im Text und 37 Lichtbildern auf 19 Tafeln. Nr. 433.

Statik von W. Hauber, Dipl.-Ingenieur. I: Die Grundlehren der Statik starrer Körper. Mit 82 Figuren. Nr. 178.

— **II:** Angewandte Statik. Mit 61 Figuren. Nr. 179.

Festigkeitslehre von W. Hauber, Dipl.-Ingenieur. Mit 56 Figuren. Nr. 288.

Aufgabensammlung zur Festigkeitslehre mit Lösungen von A. Saren, Diplom-Ingenieur in Mannheim. Mit 42 Figuren. Nr. 491.

Hydraulik von W. Hauber, Diplom-Ingenieur in Stuttgart. Mit 44 Figuren. Nr. 397.

Elastizitätslehre für Ingenieure I: Grundlagen und Allgemeines über Spannungszustände, Zylinder, Ebene Platten, Torsion, Gehrümte Träger. Von Prof. Dr.-Ing. Max Enslin an der kgl. Baugewerkschule Stuttgart und Privatdozent an der Techn. Hochschule Stuttgart. Mit 60 Abbild. Nr. 519.

Geometrisches Zeichnen von S. Becker, Architekt und Lehrer an der Baugewerkschule in Magdeburg, neu bearbeitet von Professor J. Vonderlinn in Münster. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.

Schattenkonstruktionen von Professor J. Vonderlinn in Münster. Mit 114 Figuren. Nr. 236.

Parallelperspektive. Rechtwinklige und schiefwinklige Trigonometrie von Professor J. Vonderlinn in Münster. Mit 121 Figuren. Nr. 260.

Zentral-Perspektive von Architekt Hans Freyberger, neu bearbeitet von Professor J. Vonderlinn, Direktor der kgl. Baugewerkschule, Münster i. W. Mit 132 Figuren. Nr. 57.

Technisches Wörterbuch, enthaltend die wichtigsten Ausdrücke des Maschinenbaues, Schiffbaues und der Elektrotechnik von Erich Krebs in Berlin. I. Teil: Deutsch-Englisch. Nr. 395. — II. Teil: Englisch-Deutsch. Nr. 396. — III. Teil: Deutsch-Französisch. Nr. 453. — IV. Teil: Französisch-Deutsch. Nr. 454.

Elektrotechnik. Einführung in die moderne Gleich- und Wechselstromtechnik von J. Herrmann, Professor an der Königl. Technischen Hochschule Stuttgart. I: Die physikalischen Grundlagen. Mit 42 Fig. und 10 Tafeln. Nr. 196. — II: Die Gleichstromtechnik. Mit 103 Figuren und 16 Tafeln. Nr. 197. — III: Die Wechselstromtechnik. Mit 126 Figuren und 16 Tafeln Nr. 198.

Die elektrischen Meßinstrumente. Darstell. d. Wirkungsweise d. gebräuchl. Meßinstrum. d. Elektrotechnik u. kurze Beschreib. ihres Aufbaues v. J. Herrmann, Prof. a. d. Kgl. Techn. Hochsch. Stuttgart. Mit 195 Figuren. Nr. 477.

Radioaktivität von Chemiker Wilhelm Frommel. Mit 18 Abbild. Nr. 317.

Die Gleichstrommaschine von E. Künzbrunner, Ing. u. Doz. f. Elektrotechnik an der Municipal School of Technology in Manchester. Mit 78 Fig. Nr. 257.

Ströme und Spannungen in Starkstromnetzen von Diplom-Elektroing. Josef Herzog in Budapest u. Prof. Feldmann in Delft. Mit 68 Fig. Nr. 456.

Die elektrische Telegraphie von Dr. Ludwig Reilstab. Mit 19 Fig. Nr. 172.

Das Fernsprechwesen von Dr. Ludwig Reilstab in Berlin. Mit 47 Figuren und 1 Tafel. Nr. 155.

Vermessungskunde von Dipl.-Ingen. Oberlehrer P. Werkmeister. 2 Bändchen. Mit 255 Abb. Nr. 468, 469.

Die Baustoffkunde v. Prof. S. Haberstroh, Oberl. a. d. Herzogl. Baugewerkschule Holzminden. Nr. 36 Abb. Nr. 506.

Maurer- und Steinhauerarbeiten Prof. Dr. phil. und Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. 3 Bändchen. Mit vielen Abbild. Nr. 419—421.

Zimmerarbeiten von Carl Opitz, Oberlehrer an der Kais. Technischen Schule in Strahburg i. E. I: Allgemeines, Balkenlagen, Zwischendecken und Deckenbildungen, hölzerne Fußböden, Fachwerkwände, Hänge- und Sprengwerke. Mit 169 Abbildung. Nr. 489.

Zimmerarbeiten. II: Dächer, Wandbekleidungen, Simsfchalungen, Block-, Bohlen- und Bretterwände, Zäune, Türen, Tore, Tribünen u. Baugerüste. Mit 167 Abb. Nr. 490.

Tischler- (Schreiner-) Arbeiten I: Materialien, Handwerkszeuge, Maschinen. Einzelverbindungen. Fußböden, Fenster, Fensterläden, Treppen, Aborte von Prof. C. Viehweger, Architekt in Adln. Mit 628 Fig. auf 75 Tafeln. Nr. 502.

Eisenkonstruktionen im Hochbau. Kurzgefaßtes Handbuch mit Beispielen von Ingen. Karl Schindler in Meißen. Mit 115 Figuren. Nr. 322.

Der Eisenbetonbau von Reg.-Baumeister Karl Röhle in Berlin-Steglitz. Mit 77 Abbildungen. Nr. 349.

Heizung und Lüftung von Ingenieur Johannes Körting, Direktor der Mt.-Ges. Gebrüder Körting in Düsseldorf. I: Das Wesen und die Berechnung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 31 Figuren. Nr. 342.

— II: Die Ausführung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 195 Figuren. Nr. 343.

Gas- und Wasserinstallationen mit Einschluß der Abortanlagen von Professor Dr. phil. u. Dr.-Ingenieur Eduard Schmitt in Darmstadt. Mit 119 Abbildungen. Nr. 412.

Das Veranschlagen im Hochbau. Kurzgefaßtes Handbuch über das Wesen des Kostenanschlages von Emil Beutinger, Architekt B. D. U., Assistent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit vielen Figuren. Nr. 385.

Bauführung. Kurzgefaßtes Handbuch über das Wesen der Bauführung von Architekt Emil Beutinger, Assistent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit 25 Fig. u. 11 Tabellen. Nr. 399.

Die Baukunst des Schulhauses von Professor Dr.-Ingenieur Ernst Bettelein in Darmstadt. I: Das Schulhaus. Mit 38 Abbildungen. Nr. 443.

— II: Die Schulräume. — Die Nebenanlagen. Mit 31 Abbildungen. Nr. 444.

Öffentliche Bade- und Schwimm-Anstalten von Dr. Karl Wolff, Stadt-Oberbaurat in Hannover. Mit 50 Figuren. Nr. 380.

Gasthäuser und Hotels von Architekt Max Wöbber in Düsseldorf. I: Die Bestandteile und die Einrichtung des Gasthauses. Mit 70 Figuren. Nr. 525.
— II: Die verschiedenen Arten von Gasthäusern. Mit 82 Figuren. Nr. 526.

Wasserversorgung der Ortschaften von Dr.-Ingenieur Robert Weyrauch, Professor an der Technischen Hochschule Stuttgart. Mit 85 Figuren. Nr. 5.

Die Kalkulation im Maschinenbau von Ingenieur H. Bethmann, Dozent am Technikum Altenburg. Mit 61 Abbildungen. Nr. 486.

Die Maschinenelemente. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Obering. in Nürnberg. Mit 86 Figuren. Nr. 3.

Metallurgie von Dr. Aug. Geiß, diplomierter Chemiker in München. I. II. Mit 21 Figuren. Nr. 313, 314.

Eisenhüttenkunde von A. Krauß, dipl. Hüttening. I: Das Roheisen. Mit 17 Figuren und 4 Tafeln. Nr. 152.
— II: Das Schmiedeeisen. Mit 25 Figuren und 5 Tafeln. Nr. 153.

Ölrohrprobierkunde. Qualitative Analyse mit Hilfe des Ölrohrs von Dr. Martin Henglein in Freiberg. Mit 10 Figuren. Nr. 483.

Technische Wärmelehre (Thermodynamik) von A. Walther und M. Röttinger, Diplom-Ingenieuren. Mit 54 Figuren. Nr. 242.

Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- und Kältemaschinen von M. Röttinger, Diplom-Ingenieur in Mannheim. Mit 73 Figuren. Nr. 2.

Die Dampfmaschine. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur, Nürnberg. Mit 48 Figuren. Nr. 8.

Die Dampfkessel. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Oberingenieur Friedrich Barth in Nürnberg. Zweite, verbesserte u. vermehrte Auflage. I: Kesselsysteme und Feuerungen. Mit 43 Figuren. Nr. 9.
— II: Bau und Betrieb der Dampfkessel. Mit 57 Figuren. Nr. 521.

Gaskraftmaschinen. Kurzgefaßte Darstellung der wichtigsten Gasmaschinen-Bauarten von Ingenieur Alfred Kirchske in Halle a. S. Mit 55 Figuren. Nr. 316.

Die Dampfturbinen, ihre Wirkungsweise und Konstruktion von Ing. Hermann Wilda, Prof. am staatl. Technikum in Bremen. Mit 104 Abbild. Nr. 274.

Die zweckmäßigste Betriebskraft von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. I: Einleitung. Dampfkraftanlagen. Verschiedene Kraftmaschinen. Mit 27 Abbildungen. Nr. 224.

— II: Gas-, Wasser- und Windkraftanlagen. Mit 31 Abbildungen. Nr. 225.

— III: Elektromotoren. Betriebskostentabellen. Graphische Darstellungen. Wahl der Betriebskraft. Mit 27 Abbildungen. Nr. 474.

Hochbauten der Bahnhöfe von Eisenbahnbauinspektor C. Schwab, Vorstand d. kgl. E.-Hochbauabteilung Stuttgart II. I: Empfangsgebäude. Nebengebäude. Güterschuppen. Lokomotivschuppen. Mit 91 Abbildungen. Nr. 515.

Eisenbahnfahrzeuge von S. Hinnenthal, kgl. Regierungsbaumeister und Oberingenieur in Hannover. I: Die Lokomotiven. Mit 89 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Nr. 107.
— II: Die Eisenbahnwagen und Bremsen. Mit 56 Abb. im Text u. 3 Taf. Nr. 108.

Schmalspurbahnen (Klein-, Arbeits- und Feldbahnen) v. Dipl.-Ing. August Boshart in Charlottenburg. Mit 99 Abbildungen. Nr. 524.

Die Hebezeuge, ihre Konstruktion und Berechnung von Ingenieur Hermann Wilda, Prof. am staatl. Technikum in Bremen. Mit 399 Abb. Nr. 414.

Pumpen, hydraulische und pneumatische Anlagen. Ein kurzer Überblick von Regierungsbaumeister Rudolf Vogdt, Oberlehrer an der königl. höheren Maschinenbauerschule in Posen. Mit 59 Abbildungen. Nr. 290.

Die landwirtschaftlichen Maschinen von Karl Walther, Diplom-Ingenieur in Essen. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildungen. Nr. 407—409.

Die Preßluftwerkzeuge von Diplom-Ingenieur P. Illis, Oberlehrer an der kaiserl. Technischen Schule in Straßburg. Mit 82 Figuren. Nr. 493.

Nautik. Kurzer Abriss des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schifffahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Direktor der Navigationsch., Lübeck. Mit 56 Abb. Nr. 84.

Bibliothek der Rechts- und Staatswissenschaften.

Allgemeine Rechtslehre von Dr. Th. Sternberg, Privatdoz. an d. Universität Lausanne. I: Die Methode. Nr. 169.
— II: Das System. Nr. 170.

Recht d. Bürgerlichen Gesetzbuches. Erstes Buch: Allgemeiner Teil. I: Einleitung — Lehre von den Personen und von den Sachen von Dr. Paul Vertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 447.

— II: Erwerb und Verlust, Geltendmachung und Schutz der Rechte von Dr. Paul Vertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 448.

Zweites Buch: Schuldrecht. I. Abteilung: Allgemeine Lehren von Dr. Paul Vertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 323.

— II. Abteil.: Die einzelnen Schuldverhältnisse von Dr. Paul Vertmann, Prof. a. d. Univ. Erlangen. Nr. 324.

Drittes Buch: Sachenrecht von Dr. F. Arehshmar, Oberlandesgerichtsrat in Dresden. I: Allgemeine Lehren. Besitz und Eigentum. Nr. 480.

— II: Begrenzte Rechte. Nr. 481.
— **Viertes Buch:** Familienrecht von Dr. Heinrich Eike, Professor an der Universität Göttingen. Nr. 305.

Deutsches Handelsrecht von Professor Dr. Karl Lehmann in Rostock. 2 Bänden. Nr. 457 und 458.

Das deutsche Seerecht von Dr. Otto Brandis, Oberlandesgerichtsrat in Hamburg. 2 Bände. Nr. 386, 387.

Postrecht von Dr. Alfred Woldie Postinspektor in Bonn. Nr. 425.

Telegraphenrecht von Postinspektor Dr. jur. Alfred Woldie in Bonn. I: Einleitung. Geschichtliche Entwicklung. Die Stellung des deutschen Telegraphenwesens im öffentlichen Rechte, allgemeiner Teil. Nr. 509.

Telegraphenrecht. II: Die Stellung d. deutsch. Telegraphenwesens im öffentl. Rechte, besond. Teil. Das Telegraphen-Strafrecht. Rechtsverhältnis der Telegraphie zum Publikum. Nr. 510.

Allgemeine Staatslehre von Dr. Hermann Rehm, Prof. an d. Universität Straßburg i. E. Nr. 358.

Allgemeines Staatsrecht von Dr. Julius Haase, Prof. an der Univ. Göttingen. 3 Bändch. Nr. 415—417.

Preussisches Staatsrecht von Dr. Fritz Stier-Somlo, Professor an der Univ. Bonn. 2 Teile. Nr. 298, 299.

Deutsches Zivilprozessrecht v. Prof. Dr. Wilhelm Risch in Straßburg i. E. 3 Bände. Nr. 428—430.

Die Zwangsversteigerung und die Zwangsverwaltung von Dr. F. Arehshmar, Oberlandesgerichtsrat in Dresden. Nr. 523.

Kirchenrecht v. Dr. Emil Sehling, ord. Prof. d. Rechte in Erlangen. Nr. 377.

Das deutsche Urheberrecht an literarischen, künstlerischen und gewerblichen Schöpfungen, mit besonderer Berücksichtigung der internationalen Verträge von Dr. Gustav Rauter, Patentanwalt in Charlottenburg. Nr. 263.

Der internationale gewerbliche Rechtsschutz von S. Neuberger, Kaiserl. Regierungsrat, Mitglied des Kaiserl. Patentamts zu Berlin. Nr. 271.

Das Urheberrecht an Werken der Literatur und der Tonkunst, das Verlagsrecht und das Urheberrecht an Werken der bildenden Künste und der Photographie von Staatsanwalt Dr. J. Schlittgen in Chemnitz. Nr. 361.

Das Warenzeichenrecht. Nach dem Gesetz zum Schutz der Warenzeichnungen vom 12. Mai 1894 von S. Neuberger, Kaiserl. Regierungsrat, Mitglied des Kaiserlich. Patentamtes zu Berlin. Nr. 360.

Der unlautere Wettbewerb v. Rechtsanwalt Dr. Martin Wassermann in Hamburg. I: Generalklausel, Reklameauswüchse, Ausverkaufswesen, Angelegenheitenbestechung. Nr. 339.

— II: Kreditschädigung, Firmen- und Namenmißbrauch, Verrat von Geheimnissen, Ausländerschutz. Nr. 535.

Deutsches Kolonialrecht von Dr. S. Edler v. Hoffmann, Professor an der kgl. Akademie Posen. Nr. 318.

Militärstrafrecht von Dr. Max Ernst Mayer, Prof. an der Universität Straßburg i. E. 2 Bände. Nr. 371, 372.

Das Disziplinar- und Beschwerde-recht für Heer und Marine von Dr. Max Ernst Mayer, Prof. an der Universität Straßburg i. E. Nr. 517.

Deutsche Wehrverfassung v. Kriegsgerichts.-Karl Endres, Würzburg. Nr. 401.

Forensische Psychiatrie von Professor Dr. W. Weygandt, Direktor der Irrenanstalt Friedrichsberg in Hamburg. 2 Bändchen. Nr. 410 und 411.

Volkswirtschaftliche

Bibliothek.

Volkswirtschaftslehre von Dr. Carl Johs. Fuchs, Professor an d. Univerf. Tübingen. Nr. 133.

Volkswirtschaftspolitik von Präsident Dr. R. v. d. Borghl, Berlin. Nr. 177.

Geschichte der deutschen Eisenbahn-politik v. Betriebsinspektor Dr. Edwin Rieh in Karlsruhe i. B. Nr. 533.

Gewerbewesen v. Dr. Werner Sombart, Professor an der Handelshochschule in Berlin. 2 Bände. Nr. 203, 204.

Das Handelswesen von Dr. Wilh. Lexis, Professor an der Universität Göttingen. I: Das Handelspersonal und der Warenhandel. Nr. 296.

— II: Die Effektenbörse und die innere Handelspolitik. Nr. 297.

Kartell und Trust v. Dr. S. Tschierschky in Düsseldorf. Nr. 522.

Auswärtige Handelspolitik von Dr. Heinrich Sieveking, Professor an der Universität Zürich. Nr. 245.

Das Versicherungswesen von Dr. jur. Paul Moldenhauer, Professor der Versicherungswissenschaft an der Handelshochschule Köln. I: Allgemeine Versicherungslehre. Nr. 262.

Versicherungsmathematik von Dr. Alfred Loewy, Professor an der Universität Freiburg i. B. Nr. 180.

Die gewerbliche Arbeiterfrage von Dr. Werner Sombart, Professor an der Handelshochschule Berlin. Nr. 209.

Die Arbeiterversicherung v. Prof. Dr. Alfred Manes in Berlin. Nr. 267.

Finanzwissenschaft von Präsident Dr. R. van der Borghl, Berlin. I. Allgemeiner Teil. Nr. 148.

— II. Besonderer Teil (Steuerlehre), Nr. 391.

Die Steuersysteme des Auslandes von Geh. Oberfinanzrat D. Schwarz in Berlin. Nr. 426.

Die Entwicklung der Reichsfinanzen von Präsident Dr. R. van der Borghl in Berlin. Nr. 427.

Die Finanzsysteme der Großmächte. (Internal. Staats- u. Gemeinde-Finanzwesen.) Von D. Schwarz, Geh. Oberfinanzrat, Berlin. 2 Bdch. Nr. 450, 451.

Kommunale Wirtschaftspflege von Dr. Alfons Rieh, Magistratsassessor in Berlin. Nr. 534.

Soziologie von Professor Dr. Thomas Schellin in Bremen. Nr. 101.

Die Entwicklung der sozialen Frage von Professor Dr. Ferd. Tönnies in Cuxin. Nr. 353.

Armenwesen und Armenfürsorge. Einführung in die soziale Hilfsarbeit von Dr. Adolf Weber, Professor an der Handelshochschule in Köln. Nr. 346.

Die Wohnungsfrage v. Dr. L. Pohle, Professor der Staatswissenschaften zu Frankfurt a. M. I: Das Wohnungswesen in der modernen Stadt. Nr. 495.

— II: Die städtische Wohnungs- und Bodenpolitik. Nr. 496.

Das Genossenschaftswesen in Deutschland von Dr. Otto Lindstedt, Sekretär des Hauptverbandes deutscher gewerblicher Genossenschaften. Nr. 384.

Theologische und religions- wissenschaftliche Bibliothek.

Die Entstehung des Alten Testaments von Lic. Dr. W. Staerk, Professor an der Universität in Siena. Nr. 277.

Altestamentl. Religionsgeschichte von D. Dr. Max Vöhr, Professor an der Universität Breslau. Nr. 292.

Geschichte Israels bis auf die griechische Zeit von Lic. Dr. J. Benzinger. Nr. 285.

Landes- u. Volkshunde Palästinas von Lic. Dr. Gustav Hölcher in Halle. Mit 8 Vollbildern u. 1 Karte. Nr. 345.

Die Entstehung d. Neuen Testaments von Professor Lic. Dr. Carl Clemen in Bonn. Nr. 285.

Die Entwicklung der christlichen Religion innerhalb des neuen Testaments von Professor Lic. Dr. Carl Clemen in Bonn. Nr. 388.

Neufestamentliche Zeitgeschichte von Lic. Dr. W. Staerk, Professor an der Universität in Jena. I: Der historische und kulturgeschichtliche Hintergrund des Urchristentums. Nr. 325.

— II: Die Religion des Judentums im Zeitalter des Hellenismus und der Römerherrschaft. Nr. 326.

Die Entstehung des Talmuds von Dr. S. Funk in Bostkowitz. Nr. 479.

Umriss der vergleichenden Religionswissenschaft von Professor Dr. Th. Achelis in Bremen. Nr. 208.

Die Religionen der Naturvölker im Umriss von Professor Dr. Th. Achelis in Bremen. Nr. 449.

Judische Religionsgeschichte von Prof. Dr. Edmund Hardy. Nr. 83.

Buddha von Professor Dr. Edmund Hardy. Nr. 174.

Griechische und römische Mythologie von Dr. Hermann Steuding, Rektor des Gymnasiums in Schneeberg. Nr. 27.

Germanische Mythologie von Dr. E. Mogk, Prof. a. d. Univ. Leipzig. Nr. 15.

Die deutsche Heldensage von Dr. Otto Luitpold Striczek, Professor an der Universität Würzburg. Nr. 32.

Pädagogische Bibliothek.

Pädagogik im Grundriss von Professor Dr. W. Rein, Direktor d. Pädagogischen Seminars a. d. Universität Jena. Nr. 12.

Geschichte der Pädagogik von Oberl. Dr. S. Weimer, Wiesbaden. Nr. 145.

Schulpraxis. Methodik der Volksschule von Dr. R. Seyfert, Seminardirektor in Jschopau. Nr. 50.

Zeichenschule von Prof. A. Kimmich, Ulm. Mit 18 Tafeln in Ton-, Farben- u. Golddruck u. 200 Voll- u. Teiltbildern. Nr. 39.

Bewegungsspiele v. Dr. E. Kobltrausch, Professor am kgl. Kaiser-Wilhelms-Gymnasium zu Hannover. Mit 14 Abbildungen. Nr. 96.

Geschichte der Turnkunst von Dr. Rudolf Gajsch, Prof. a. König-Georg-Gymn. Dresden. M. 17 Abb. Nr. 504.

Geschichte des deutschen Unterrichtswesens v. Prof. Dr. Friedrich Selter, Direktor des Königl. Gymnasiums zu Luckau. I: Von Anfang an bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. Nr. 275.

— II: Vom Beginn des 19. Jahrhunderts bis auf die Gegenwart. Nr. 276.

Das deutsche Fortbildungsschulwesen nach seiner geschichtlichen Entwicklung und in seiner gegenwärtigen Gestalt v. S. Sierdis, Direktor der städt. Fortbildungsschulen Heide, Holstein. Nr. 392.

Die deutsche Schule im Auslande von Hans Amrhein, Direktor d. deutschen Schule in Lüttich. Nr. 259.

Bibliothek der Kunst.

Stilkunde von Prof. Karl Otto Hartmann in Stuttgart. Mit 7 Vollbildern und 195 Textillustrationen. Nr. 80.

Baukunst des Abendlandes von Dr. A. Schäfer, Assistent am Gewerbemuseum Bremen. Mit 22 Abbildungen. Nr. 74.

Die Plastik des Abendlandes von Dr. Hans Stegmann, Direktor des Bayr. Nationalmuseums in München. Mit 23 Tafeln. Nr. 166.

Die Plastik seit Beginn des 19. Jahrhunderts von A. Heilmeyer, München. Mit 42 Vollbildern auf amerikanischem Kunstdruckpapier. Nr. 321.

Die graphischen Künste von Carl Kampmann, k. k. Lehrer an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit zahlreichen Abbildungen und Beilagen. Nr. 75.

Die Photographie von S. Kehler, Prof. an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 4 Tafeln und 52 Abbildungen. Nr. 94.

Bibliothek der Musik.

Allgemeine Musiklehre von Professor Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 220.

Musikalische Akustik von Dr. Karl L. Schäfer, Dozent an der Universität Berlin. Mit 35 Abbildungen Nr. 21.

Harmonielehre von A. Halm. Mit vielen Notenbeilagen. Nr. 120.

Musikalische Formenlehre (Kompositionislehre) v. Stephan Krehl. I. II. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 149, 150.

Kontrapunkt. Die Lehre von der selbstständigen Stimmführung von Professor Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 290.

Fuge. Erläuterung und Anleitung zur Komposition derselben von Professor Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 418.

Instrumentenlehre von Musikdirektor Franz Mayerhoff in Chemnitz. I: Text. II: Notenbeispiele. Nr. 437, 438.

Musikästhetik von Dr. A. Grunsky in Stuttgart. Nr. 344.

Geschichte der alten und mittelalterlichen Musik von Dr. A. Mähler. Mit zahlreichen Abbildungen u. Musikbeispielen. I. II. Nr. 121, 347.

Musikgeschichte des 18. u. 19. Jahrhunderts von Dr. A. Grunsky in Stuttgart. Nr. 239.

— **seit Beginn des 19. Jahrhunderts** von Dr. A. Grunsky in Stuttgart. I. II. Nr. 164, 165.

Bibliothek der Land- und Forstwissenschaft.

Bodenkunde von Dr. P. Bageler in Königsberg in Preußen. Nr. 455.

Ackerbau- und Pflanzenbaulehre von Dr. Paul Rippert in Berlin und Ernst Langenbeck in Bochum. Nr. 232.

Landwirtschaftliche Betriebslehre v. Ernst Langenbeck, Bochum. Nr. 227.

Allgem. und spezielle Tierzuchtlehre von Dr. Paul Rippert. Berlin. Nr. 228.

Agrikulturchemie I: Pflanzenernährung von Dr. Karl Grauer. Nr. 329.

Das agrikulturchemische Kontrollwesen von Dr. Paul Kriehle in Göttingen. Nr. 304.

Fischerei und Fischzucht von Dr. Karl Götstein, Prof. an der Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens. Nr. 159.

Forstwissenschaft v. Dr. Ad. Schwappach, Prof. a. d. Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation d. forstlichen Versuchswesens. Nr. 106.

Die Nadelhölzer von Prof. Dr. F. W. Neger in Tharandt. Mit 85 Abbildungen, 5 Tabellen u. 3 Karten. Nr. 355.

Handelwissenschaftliche

Bibliothek.

Buchführung in einfachen und doppelten Posten von Professor Robert Stern, Oberlehrer d. Öffentlichen Handelslehranstalt und Dozent der Handelshochschule zu Leipzig. Mit Formularen. Nr. 115.

Deutsche Handelskorrespondenz von Professor Th. de Beaur, Officier de l'Instruction Publique, Oberlehrer a. D. an der Öffentlichen Handelslehranstalt und Lektor an der Handelshochschule zu Leipzig. Nr. 182.

Französische Handelskorrespondenz von Professor Th. de Beaur, Officier de l'Instruction Publique, Oberlehrer a. D. an der Öffentlichen Handelslehranstalt und Lektor an der Handelshochschule zu Leipzig. Nr. 183.

Englische Handelskorrespondenz v. E. C. Whitfield, M.-A., Oberlehrer an King Edward VII Grammar School in King's Lynn. Nr. 237.

Italienische Handelskorrespondenz von Professor Alberto de Beaur, Oberlehrer am königlichen Institut SS. Annunziata zu Florenz. Nr. 219.

Spanische Handelskorrespondenz von Dr. Alfredo Nadal de Maricurrena. Nr. 295.

Russische Handelskorrespondenz v. Dr. Th. v. Kawrasky, Leipzig. Nr. 315.

Kaufmännisches Rechnen von Prof. Richard Just, Oberlehrer a. d. Öffentlichen Handelslehranstalt der Dresdener Kaufmannschaft. 3 Bde. Nr. 139, 140, 187.

Warenkunde von Dr. Karl Hassak, Professor an der Wiener Handelsakademie. I: Unorganische Waren. Mit 40 Abbildungen. Nr. 222.

— II: Organische Waren. Mit 36 Abbildungen. Br. 223.

Drogenkunde v. Rich. Dorstewitz, Leipzig u. Georg Ottersbach, Hamburg. Nr. 413.

Maß-, Münz- und Gewichtswesen von Dr. Aug. Blind, Professor an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.

Technik des Bankwesens von Dr. Walter Conrad in Berlin. Nr. 484.
Das Wechselwesen von Rechtsanwalt Dr. Rudolf Mothes, Leipzig. Nr. 103.

Siehe auch, „Volkswirtschaftliche Bibliothek“. Ein ausführliches Verzeichnis der außerdem im Verlage der G. J. Göschen'schen Verlagshandlung erschienenen handelswissenschaftlichen Werke kann durch jede Buchhandlung kostenfrei bezogen werden.

Militär- und marine- wissenschaftliche Bibliothek.

Das moderne Feldgeschütz von Oberstleutnant W. Heydenreich, Militärlehrer a. d. Militärtechn. Akademie, Berlin. I: Die Entwicklung des Feldgeschützes seit Einführung des gezogenen Infanteriegewehrs bis einschließlich der Erfindung des rauchlosen Pulvers, etwa 1850-1890. Mit 1 Abb. Nr. 306.
— II: Die Entwicklung des heutigen Feldgeschützes auf Grund der Erfindung des rauchlosen Pulvers, etwa 1890 bis zur Gegenwart. Mit 11 Abb. Nr. 307.

Die modernen Geschütze der Fußartillerie von Mummehoff, Major beim Stabe des Fußartillerie-Regiments Generalfeldzeugmeister (Brandenburg, Nr. 3). I: Vom Auftreten der gezogenen Geschütze bis zur Verwendung des rauchschwachen Pulvers 1850-1890. Mit 50 Textbildern. Nr. 334.
— II: Die Entwicklung der heutigen Geschütze der Fußartillerie seit Einführung des rauchschwachen Pulvers 1890 bis zur Gegenwart. Mit 33 Textbild. Nr. 362.

Die Entwicklung der Handfeuerwaffen seit der Mitte des 19. Jahrhunderts und ihr heutiger Stand von G. Wrzodek, Oberleutnant im Inf.-Regt. Freiherr Hiller von Gärtringen (4. Pos.) Nr. 59 u. Mssft. der kgl. Gewehrprüfungskom. Nr. 21 Abb. Nr. 366.

Die Entwicklung der Gebirgsartillerie von Klufmann, Oberst und Kommandeur der 1. Feldartillerie-Brigade in Königsberg i. Pr. Mit 78 Bildern und 5 Übersichtsstafeln. Nr. 531.

Geschichte d. gesamten Feuerwaffen bis 1850. Die Entwicklung der Feuerwaffen von ihrem ersten Auftreten bis zur Einführung der gezogenen Hinterlader, unter besonderer Berücksichtigung der Heeresbewaffnung v. Hauptmann a. D. W. Gohlke, Steglitz-Berlin. Mit 105 Abbildungen. Nr. 530.

Strategie von Vöffler, Major im kgl. Sächs. Kriegsmin. in Dresden. Nr. 505.

Das Armeepferd und die Versorgung der modernen Heere mit Pferden von Felix von Dammitz, General der Kavallerie f. D. und ehemal. Preuß. Remonteinspekteur. Nr. 514.

Militärstrafrecht von Dr. Max Ernst Mayer, Prof. a. d. Universität Straßburg i. E. 2 Bände. Nr. 371, 372.

Das Disziplinar- und Beschwerderecht für Heer und Marine von Dr. Max Ernst Mayer, Prof. an der Universität Straßburg i. E. Nr. 517.

Deutsche Wehrverfassung von Karl Endres, Kriegsgerichtsrat b. d. Generalkommando des kgl. bayr. II. Armeekorps in Würzburg. Nr. 401.

Geschichte des Kriegswesens von Dr. Emil Daniels in Berlin. I: Das antike Kriegswesen. Nr. 488.

— II: Das mittelalt. Kriegswesen. Nr. 498.

— III: Das Kriegswesen der Neuzeit. Erster Teil. Nr. 518.

Die Entwicklung des Kriegsschiffbaues vom Altertum bis zur Neuzeit. I. Teil: Das Zeitalter der Ruderfahrer und der Segelschiffe für die Kriegsführung zur See vom Altertum bis 1840. Von Tjard Schwarz, Geh. Marinebaurat und Schiffbau-Direktor. Mit 32 Abbildungen. Nr. 471.

Die Seemacht in der deutschen Geschichte von Winkl. Admiralitätsrat Dr. Ernst von Halle, Professor an der Universität Berlin. Nr. 370.

Verschiedenes.

Bibliotheks- und Zeitungswejen.

Volksbibliotheken (Bücher- und Lesehallen), ihre Einrichtung u. Verwaltung von Emil Tschäke, Stadtbibliothekar in Elberfeld. Nr. 332.

- Das deutsche Zeitungswesen** von Dr. Robert Brunhuber. Nr. 400.
- Das moderne Zeitungswesen** (System der Zeitungslehre) von Dr. Robert Brunhuber. Nr. 320.
- Allgemeine Geschichte d. Zeitungswesens** von Dr. Ludwig Salomon in Gena. Nr. 351.

Hygiene, Medizin und Pharmazie.

- Bewegungsspiele** von Dr. E. Kahltrauch, Professor am kgl. Kaiser-Wilhelms-Gymnasium zu Hannover. Mit 15 Abbildungen. Nr. 96.
- Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten** von E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre v. Dr. med. S. Seiler. Mit 47 Abbild. u. 1 Tafel. Nr. 18.
- Ernährung und Nahrungsmittel** von Oberstabsarzt Professor Dr. Bischoff in Berlin. Mit 4 Figuren. Nr. 464.
- Die Infektionskrankheiten und ihre Verhütung** von Stabsarzt Dr. W. Hoffmann in Berlin. Mit 12 vom Verfasser gezeichneten Abbildungen und einer Fiebertafel. Nr. 327.
- Tropenhygiene** von Med.-Rat Prof. Dr. Nocht, Direktor des Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg. Nr. 369.
- Die Hygiene des Städtebaus** von S. Chr. Nussbaum, Professor an der Techn. Hochschule in Hannover. Mit 30 Abbildungen. Nr. 348.
- Die Hygiene des Wohnungswesens** von S. Chr. Nussbaum, Professor an der Techn. Hochschule in Hannover. Mit 20 Abbildungen. Nr. 363.

- Gewerbehygiene** von Geh. Medizinalrat Dr. Roth in Potsdam. Nr. 350.
- Pharmakognosie.** Von Apotheker F. Schmittbener, Assistent am Botanischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Nr. 251.
- Toxikologische Chemie** von Privatdozent Dr. E. Mannheim in Bonn. Mit 6 Abbildungen. Nr. 465.
- Drogenkunde** v. Rich. Dorflewig, Leipzig u. Georg Otfersbach, Hamburg. Nr. 413.

Photographie.

- Die Photographie.** Von S. Kehler, Prof. an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 4 Tafeln u. 52 Abbildungen. Nr. 94.

Stenographie.

- Stenographie** nach dem System von F. X. Gabelsberger von Dr. Albert Schramm, Landesamtsassessor in Dresden. Nr. 246.
- Die Redeschrift des Gabelsbergerschen Systems** v. Dr. Albert Schramm, Landesamtsassessor, Dresden. Nr. 368.
- Lehrbuch der Vereinfachten Stenographie** (Einig.-System Stolze-Schrey) nebst Schlüssel, Vefestücten und einem Anhang von Dr. Amsel, Studienrat des Kadettenkorps in Bensberg. Nr. 86.
- Redeschrift.** Lehrbuch der Redeschrift des Systems Stolze-Schrey nebst Kürzungsbeispielen, Vefestücten, Schlüssel und einer Anleitung zur Steigerung der stenographischen Fertigkeit von Heinrich Dröse, amtl. bad. Landtagsstenograph in Karlsruhe i. B. Nr. 494.
- Geschichte der Stenographie** von Dr. Arthur Menz in Königsberg i. Pr. Nr. 501.

☛ Weitere Bände sind in Vorbereitung. Neueste Verzeichnisse sind jederzeit unberechnet durch jede Buchhandlung zu beziehen. ☛





BIBLIOTEKA GŁÓWNA

350721 L/I

