

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

~~26~~

öschen

schinen

Von

Ingenieur Alfred Kirschke

I

**Explosions-Kleingasmotoren, Motoren
für flüssige Brennstoffe und
Kraftgasanlagen**

Mit 51 Abbildungen im Text und 3 Tafeln



Maschinenbautechn. Bibliothek

aus der Sammlung Göschen

Jedes Bändchen in Leinwand gebunden 90 Pfennig

Das Rechnen in der Technik und seine Hilfsmittel (Rechen-schieber, Rechentafeln, Rechenmaschinen usw.) von Ingenieur Joh. Eugen Mayer. Mit 30 Abbildungen. Nr. 405.

Technische Tabellen und Formeln von Dr.-Ing. W. Müller, Dipl.-Ing. am Kgl. Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde. Mit 106 Figuren. Nr. 579.

Materialprüfungswesen. Einführung in die moderne Technik der Materialprüfung von K. Memmler, Dipl.-Ing., ständiger 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. — Schmiermittelprüfung. — Einiges über Metallographie. Mit 31 Figuren. Nr. 312.

Metallographie. Kurze, gemeinfaßliche Darstellung der Lehre von den Metallen und ihren Legierungen unter besonderer Berücksichtigung der Metallmikroskopie von Prof. E. Heyn und Prof. O. Bauer am Kgl. Materialprüfungsamt (Groß-Lichterfelde) der Kgl. Techn. 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. I: Die Grundlehren der Statik starrer Körper von Professor W. Hauber, Diplom-Ingenieur in Stuttgart. Mit 82 Figuren. Nr. 178.

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

Graphische Statik mit besonderer Berücksichtigung der Einflußlinien von Dipl.-Ing. Otto Henkel, Oberlehrer an der Kgl. Tiefbau-schule in Rendsburg. 2 Teile. Mit 207 Figuren. Nr. 603 u. 695.

Festigkeitslehre von Prof. W. Hauber, Diplom-Ingenieur in Stutt-gart. Mit 56 Figuren. Nr. 288.

Aufgabensammlung zur Festigkeitslehre m. Lösungen von R. Haren, Dipl.-Ing. in Mannheim. Mit 42 Figuren. Nr. 491.

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

Kinematik
Hochschu

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000295846

Elastizität
Allgem
Ebene
Prof. Dr.
und Priv.
bildungen

er Kgl. Techn.
684.

lagen und
Zylinder,
träger von
nule Stuttgart
t. Mit 60 Ab-

- Geometrisches Zeichnen** von H. Becker, Architekt und Lehrer an der Baugewerkschule in Magdeburg, neubearbeitet von Professor J. Vonderlinn, Direktor der Kgl. Baugewerkschule 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, neubearbeitet von Prof. J. Vonderlinn in Münster i. W. Mit 132 Fig. Nr. 57.
- Darstellende Geometrie** von Dr. Robert Haußner, Professor an der Universität Jena. **I.** Mit 110 Figuren. Nr. 142.
— — **II.** Mit 40 Figuren. Nr. 143.
- Praktisches Maschinenzeichnen** von Ing. Rich. Schiffner in Warmbrunn. **I:** Grundbegriffe, Einfache Maschinenteile bis zu den Kuppelungen. Mit 60 Tafeln. Nr. 589.
— — **II:** Lager, Riem- und Seilscheiben, Zahnräder, Kolben-Pumpe. Mit 51 Tafeln. Nr. 590.
- Die Maschinenelemente.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 86 Fig. Nr. 3.
- Metallurgie** von Dr. August Geitz in Kristianssand (Norwegen). **I. II.** Mit 21 Figuren. Nr. 313, 314.
- Eisenhüttenkunde** von A. Krauß, diplomierter Hütteningenieur. **I:** Das Roheisen. Mit 17 Figuren und 4 Tafeln. Nr. 152.
— — **II:** Das Schmiedeeisen. Mit 25 Figuren 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.
- Mechanische Technologie** von Geh. Hofrat Prof. A. Lüdicke in Braunschweig. 2 Bände. Nr. 340, 341.
- Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- und Kältemaschinen** von M. Röttinger. Diplom-Ingenieur in Mannheim. Mit 73 Figuren. Nr. 2.
- Die Kalkulation im Maschinenbau** von Ingenieur H. Bethmann, Dozent am Technikum Altenburg. Mit 61 Abbildungen. Nr. 486.
- Die Geschwindigkeitsregler der Kraftmaschinen** von Dr.-Ing. H. Kröner in Friedberg. Mit 33 Figuren. Nr. 604.
- Die Dampfmaschinen.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. 2 Bdchn. **I:** Wärmethoretische und dampftechnische Grundlagen. Mit 64 Figuren. Nr. 8.
— — **II:** Bau und Betrieb der Dampfmaschinen. Mit 109 Fig. Nr. 572.
- 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.
— — **II:** Bau und Betrieb der Dampfkessel. Mit 57 Fig. Nr. 521.
- Die Gaskraftmaschinen.** Kurzgefaßte Darstellung der wichtigsten Gasmaschinen-Bauarten von Ingenieur Alfred Kirschke. 2 Bändchen. Mit vielen Figuren. Nr. 316 u. 651.

- Die Dampfturbinen**, ihre Wirkungsweise und Konstruktion von Ingenieur Prof. Hermann Wilda in Bremen. 3 Bändchen. Mit zahlreichen Abbildungen. Nr. 274, 715, 716.
- Die Wasserturbinen** von Dipl.-Ing. P. Holl in Berlin. **I:** Allgemeines. Die Freistrahlturbinen. Mit 113 Abbildungen. Nr. 541.
 — — **II:** Die Überdruckturbinen. Die Wasserkraftanlagen. Mit 102 Abbildungen. Nr. 542.
- Die zweckmäßigste Betriebskraft** von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. **I:** Einleitung. Dampfkraftanlagen. Verschiedene Kraftmaschinen. Mit 27 Abbildungen. Nr. 224.
 — — **II:** Gas-, Wasser- und Windkraft-Anlagen. Mit 31 Abbild. Nr. 225.
 — — **III:** Elektromotoren. Betriebskostentabellen. Graphische Darstellungen. Wahl der Betriebskraft. Mit 27 Abbildungen. Nr. 474.
- 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, Druckwasser- und Druckluft-Anlagen.** Ein kurzer Überblick von Dipl.-Ing. Rudolf Vogdt, Regierungsbaumeister a. D. in Aachen. Mit 87 Abbildungen. Nr. 290.
- Die landwirtschaftlichen Maschinen** von Karl Walther, Dipl.-Ingenieur in Essen. 3 Bändchen. Mit vielen Abb. Nr. 407—409.
- Die Werkzeugmaschinen für Holzbearbeitung** von Ing. Prof. Herm. Wilda in Bremen. Mit 125 Abbildungen. Nr. 582.
- Die Werkzeugmaschinen für Metallbearbeitung** von Ing. Prof. Hermann Wilda in Bremen. **I:** Die Mechanismen der Werkzeugmaschinen. Die Drehbänke. Die Fräsmaschinen. Mit 319 Abbildungen. Nr. 561.
 — — **II:** Die Bohr- und Schleifmaschinen. Die Hobel-, Shaping- und Stoßmaschinen. Die Sägen und Scheren. Antrieb und Kraftbedarf. Mit 199 Abbildungen. Nr. 562.
- Gießereimaschinen** von Dipl.-Ing. Emil Treiber in Heidenheim a. B. Mit 51 Figuren. Nr. 548.
- Die elektrisch betriebenen Fördermaschinen** von Diplom-Bergingenieur A. Balthaser. Mit vielen Fig. Nr. 678.
- Die Preßluftwerkzeuge** von Diplom-Ingenieur P. Iltis, Oberlehrer an der Kaiserl. Technischen Schule in Straßburg. Mit 82 Figuren. Nr. 493.
- Die Baumaschinen** von Ingenieur Johannes Körting in Düsseldorf. Mit 130 Abbildungen. Nr. 702.
- Technisches Wörterbuch**, enthaltend die wichtigsten Ausdrücke des Maschinenbaues, Schiffbaues und der Elektrotechnik von Erich Krebs in Berlin. **I:** Deutsch-Englisch. Nr. 395.
 — — **II:** Englisch-Deutsch. Nr. 396.
 — — **III:** Deutsch-Französisch. Nr. 453.
 — — **IV:** Französisch-Deutsch. Nr. 454.

Weitere Bände erscheinen in rascher Folge.

Sammlung Göschen

Die Gaskraftmaschinen

Kurzgefasste Darstellung
der
wichtigsten Gasmaschinen-Bauarten

Von

Ingenieur Alfred Kirschke

Lehrer an den städtischen gewerblichen Schulen zu Kiel

Zweite, neubearbeitete Auflage

Erster Teil

**Explosions-Kleingasmotoren, Motoren für
flüssige Brennstoffe und Kraftgasanlagen**

Mit 51 Abbildungen im Text und 3 Tafeln



Berlin und Leipzig

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung G. m. b. H.

1912

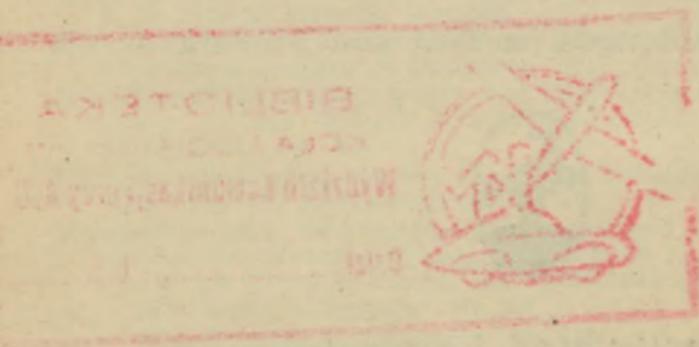


I 26

Literatur

(für Teil I und II).

- J. O. Knoke, Die Kraftmaschinen des Kleingewerbes.
- Alfred Musil, Wärmemotoren.
- R. Schöttler, Die Gasmaschine.
- Hugo Güldner, Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungsmotoren.
- A. Riedler, Großgasmaschinen.
- Heinrich Dubbel, Großgasmaschinen.
- Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1912.
- W. Kaemmerer, Die Dieselmachine in der Großschiffahrt.
- C. Pöhlmann, Neuere Rohölmotoren.
- A. P. Chalkley, Dieselmachines für Land- und Schiffsbetrieb.
- Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure.
- Zeitschrift „Stahl und Eisen“.
- Zeitschrift „Schiffbau“.
- Dinglers Polytechnisches Journal.
- Zeitschrift „Petroleum“.
- Zeitschrift „Der Ölmotor“.
- Des Ingenieurs Taschenbuch „Hütte“.



I 301461

BPk - B - 1 / 2014

Spamersche Buchdruckerei in Leipzig

Akc. Nr. _____

55 X 3 / 50

Fischer

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	5
Erster Abschnitt. Allgemeines	7
a) Der Indikator	7
b) Zustandsänderungen der Gase	8
c) Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschinen	9
d) Bestimmung der Nutzleistung	11
Zweiter Abschnitt. Das Leuchtgas als Maschinen- betriebskraft	12
Herstellung des Leuchtgases. Zusammensetzung und Eigen- schaften. Zusammenhang von Verpuffungs-Druck, -Temperatur und -Zeit. Bezeichnungen: Verbrennungs-, Verpuffungs-, Ex- plosionsmotoren.	
Dritter Abschnitt. Die Vorläufer der heutigen Gasmaschine	15
a) Die Lenoir-Maschine; die Hugon-Maschine	16
b) Ottos atmosphärische Maschine (Flugkolbenmotor)	18
Vierter Abschnitt. Viertakt und Zweitakt	21
a) Viertaktarbeitsweise	22
b) Zweitaktarbeitsweise	26
Fünfter Abschnitt. Der neue Otto-Motor	26
Sechster Abschnitt. Allgemeine Bauart und Auf- stellung der Gasmaschinen	29
a) Aufstellungsplan eines Leuchtgasmotors	29
b) Einfach- und doppeltwirkende Maschinen	32
c) Kreuzkopf und Kolben	33
d) Stehende und liegende Zylinderanordnung	33
e) Mehrzylinderanordnung	35
f) Kühleinrichtungen	39
Siebenter Abschnitt. Steuerung, Zündung und Regelung der Gasmaschinen	40
a) Die Steuerung (schematische Darstellung)	40
b) Zündvorrichtungen	42
1. Glührohrzündung	42
2. Elektrische Zündung	44
c) Die Regelung	52
1. Aussetzerregelung; Pendelregelung	52
2. Gemischregelung	55
3. Füllungsregelung; Kombinationsregelung	56

	Seite
d) Das Anlassen der Gasmaschinen	60
Handkurbel, mechanische Andrehvorrichtungen, Gemisch-	
anlassung, Druckluftanlassung, elektrische Anlassung.	
e) Deutzer Kleinmotor für gasförmige Brennstoffe (Tafel I) . .	63
Achter Abschnitt. Explosionsmotoren für flüssige	
Brennstoffe	64
a) Das rohe Erdöl und seine Destillate	65
b) Andere flüssige Brennstoffe für Motorenbetrieb:	
Benzol, Ergin, Naphthalin, Spiritus	68
c) Bauart und Betrieb der Flüssigkeitsmotoren	70
1. Der Benzinmotor	70
Bánki-Benzinmotor	74
2. Der Petroleummotor	75
3. Ausführungsformen einiger Flüssigkeitsmotoren:	
Deutzer Kleinmotoren für flüssige Brennstoffe	78
Neunter Abschnitt. Der Verpuffungsmotor als	
Fahrzeugmotor	82
a) Die Motor-Lokomotive	82
b) Automobil-, Luftschiff- und Flugmotoren	84
1. Automobilmotoren	84
Entwicklung und allgemeine Bauart.	
2. Luftschiff- und Flugzeugmotoren	86
Allgemeine Bauart. Umlauf-Flugmotoren (Gnom-	
Motor).	
c) Bootsmotoren	90
Allgemeine Bauart, Körtings Petroleum-Verpuffungs-	
motor für Unterseeboote	
Zehnter Abschnitt. Kraftgasanlagen	96
a) Entwicklung der Druckgasanlagen (Dowsongasanlagen) und	
Sauggasanlagen	96
b) Generatoren (Gaserzeuger)	97
c) Sauggasanlagen für teearme Brennstoffe	100
d) Sauggasanlagen für teerreiche (bituminöse) Brennstoffe.	
Braunkohlengenerator	102
e) Torf- und Holz-Sauggasanlage	104
f) Torfgasmaschinen	108
Elfter Abschnitt. Kosten des Gaskraftmaschinen-	
betriebes	113
Tabelle: Brennstoffpreise und Brennstoffverbrauch der Ver-	
puffungsmotoren	114
Tabelle: Brennstoffkosten für einen Verpuffungsmotorenbetrieb	
von 10 Pferdestärken Nutzleistung	114
Zwölfter Abschnitt. Gasmotor und Dampfma-	
schine	115
Wärmewirkungsgrad der Gasmaschinen- und Dampfmaschinen-	
Anlagen: Vorzüge und Nachteile und Verwendungsgebiete der	
beiden Kraftmaschinengattungen.	
Namen- und Sachverzeichnis	123

Einleitung.

Die Gasmaschine blickt heute auf eine Entwicklungszeit von etwa einem halben Jahrhundert zurück. Die ersten wirklich brauchbaren Gasmotoren kamen 1860 auf den Markt; sie waren zunächst eine erwünschte Betriebskraft für das Kleingewerbe. In etwa 20jähriger Entwicklungszeit erreichten diese Kleingasmaschinen eine hohe bauliche Vollkommenheit. Es gelang auch bald, vergasende flüssige Brennstoffe, vor allem Benzin und Petroleum, späterhin auch billigere Brennöle, zum Betriebe kleinerer Gasmaschinen zu benutzen. Als Fahrzeugmotor, als Luftschiff- und Flugmotor behauptet sich bis heute allein der Benzinmotor wegen seiner mancherlei Vorzüge.

Das teure Leuchtgas verwendet man nur noch ganz ausnahmsweise als motorisches Treibmittel; an seine Stelle sind Brenngase von niederem Heizwert und verhältnismäßig geringer Reinheit getreten, die auf einfache Weise gleich neben der Maschinenanlage erzeugt werden. Als sogenannte „Sauggasanlagen“ durchgebildet, gewannen diese Kraftgasmaschinenbetriebe in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts rasch eine weite Verbreitung. Zunächst wurden Sauggasmotoren nur für kleinere und mittlere Leistungen gebaut, doch bald entwickelten sie sich auch zu Betriebsmaschinen größerer industrieller Anlagen.

Etwa gleichzeitig entstehen die eigentlichen Großgasmaschinen, die heute in Hüttenwerken und Kohlenzechen als mehrtausendpferdige Kraftmaschinen die Ge-

bläse, Walzenstraßen und Dynamomaschinen antreiben, gespeist von den wohlfeilen abziehenden Gasen der Hochöfen und Hüttenkokereien. Mehrere grundverschiedene Bauarten der Großgasmaschine tauchen zur selben Zeit auf und behaupten sich nebeneinander. Die baulich durchgebildete Großgasmaschine kann nun auch für den Kraftgasmaschinenbetrieb außerhalb der Hüttenwerke übernommen werden, zumal man gelernt hat, aus minderwertigeren billigen festen Brennstoffen, sogar aus Braunkohle und Torf, ein brauchbares Maschinenbetriebsgas zu erzeugen.

Auf einer von den üblichen Gasmaschinen in wesentlichen Punkten abweichenden Grundlage entwickelte sich gesondert der nach dem Erfinder benannte Dieselmotor, eine Gasmaschine, oder besser gesagt, eine Verbrennungsmaschine, für deren einwandfreien Betrieb jeder, auch der wohlfeilste flüssige Brennstoff ausreicht. Die Dieselmachine oder der Rohölmotor beherrscht heute ein eigenes großes Feld im Kraftmaschinenbau. Rohölmotoren finden z. Z. auch Eingang als Schiffsmaschinen größerer Seeschiffe der Handelsflotte; kleinere Kriegsfahrzeuge, hauptsächlich zunächst Unterseeboote erhalten neuerdings häufig Dieselmotoren als Antriebsmaschinen. Es steht zu erwarten, daß auch auf großen Kreuzern und Linienschiffen der Rohölmotor die Dampfmaschine ersetzen wird. Vielleicht tritt sogar in nicht ferner Zeit die Gasturbine, die schon heute praktische Erfolge aufzuweisen hat, an die Stelle der Dampfturbine.

Erster Abschnitt.

Allgemeines.

Für alle Wärmekraftmaschinen haben die folgenden, hier ganz kurz zusammengefaßten grundlegenden Ausführungen Geltung.

a) Der Indikator.

Die inneren Vorgänge im Zylinder einer Kraftmaschine werden in klarer Weise durch das Indikator-diagramm veranschaulicht. Ein Schreibapparat zeichnet auf einem Papierstreifen in jedem Augenblick der Kolbenstellung den Druck im Zylinder hinter dem Kolben selbsttätig auf; der Schreibstift bewegt sich auf und nieder, während sich der Papierstreifen entsprechend der Bewegung des Kolbens verschiebt; dadurch beschreibt die Spitze des Schreibstiftes eine zusammenhängende Linie, das sogenannte Indikator-diagramm (siehe Dampfmaschinen).

Die Länge des Diagramms entspricht dem Kolbenwege (im verkürzten Verhältnis), die jeweilige Höhe der Diagrammlinie über der Null-Linie läßt die Höhe des Druckes in Atmosphären erkennen, der im Zylinder bei der jeweiligen Kolbenstellung herrscht.

Die von der Linie umgrenzte Fläche veranschaulicht die Arbeit, die der expandierende Wasserdampf oder das verbrennende Gas in dem Zylinder der Kraftmaschine geleistet hat.

Die Diagrammlinie gibt uns also ein Bild des Kreisprozesses des im Zylinder eingeschlossenen Gases, das durch Wärmezufuhr und Wärmeabfuhr der Reihe nach verschiedene Zustandsänderungen durchmacht.

b) Zustandsänderungen der Gase.

Durch Druck, Volumen und Temperatur ist der Zustand eines Gases bestimmt. Zustandsänderungen des im Zylinder einer Wärmekraftmaschine eingeschlossenen Gases können z. B. vor sich gehen:

1. *Bei gleichbleibendem Volumen* im Zylinder; der Kolben ist festgehalten, die Spannung steigt bei Wärmezufuhr und sinkt bei Wärmeabfuhr, der Indikator beschreibt eine auf und ab steigende gerade Linie; äußere Arbeit wird nicht geleistet, die Diagramm-Arbeitsfläche fehlt.
2. *Bei gleichbleibender Spannung* im Zylinder, während sich Volumen und Temperatur des eingeschlossenen Gases ändern; das Volumen vergrößert sich bei Wärmezufuhr, verringert sich bei Wärmeabfuhr; der Indikatorschreibstift zeichnet eine horizontale gerade Linie auf.
3. *Bei gleichbleibender Temperatur* des eingeschlossenen Gases, isothermische Zustandsänderung: Volumen und Spannung ändern sich; dem Gase muß bei der Ausdehnung Wärme zugeführt bei der Verdichtung Wärme entzogen werden; dementsprechend beschreibt der Indikator eine abfallende oder aufsteigende Kurve, die Isotherme.
4. *Ohne Zufuhr und Abfuhr von Wärme*, adiabatische Zustandsänderung. Es ändern sich hierbei Volumen, Temperatur und Spannung des

Gases. Der Indikator beschreibt ebenfalls eine Kurve, die *Adiabate*, die aber rascher zur Horizontalen abfällt als die Isotherme. (Fig. 6.)

Die Änderungen von Spannung, Volumen und Temperatur erfolgen nach bestimmten Gesetzen. (Siehe Theoretische Physik und Technische Wärmelehre.)

c) Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschinen.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Kraftmaschine vergleicht man die in Arbeit umgesetzte mit der im Brennstoff der Maschine zugeführten Wärmemenge.

Die Wärmemenge, die 1 kg eines Brennstoffes enthält, seinen Heizwert, stellt man fest durch chemische Untersuchung oder durch kalorimetrische Messung. Bei der ersten Methode wird der Brennstoff in seine Grundstoffe zerlegt, deren Heizwert genau bekannt ist; im Kalorimeter wird 1 kg des Brennstoffes wirklich verbrannt und die dabei entwickelte Wärmemenge gemessen.

Jede Wärmeeinheit¹⁾ des Brennstoffes würde bei vollkommener Ausnützung 427 kgm leisten. (Mechanisches Wärmeäquivalent.) Diese ideale Umsetzung der Wärme in Arbeit wird aber bei keiner Wärmekraftmaschine auch nur annähernd erreicht.

Der *thermische Wirkungsgrad* (Wärmewirkungsgrad) eines Kreisprozesses im Zylinder einer Gas- oder Dampfmaschine, also der thermische Wirkungsgrad der betreffenden Kraftmaschine ist das Verhältnis der indizierten Arbeit oder der dieser Arbeit gleichwertigen Wärmemenge zu der im ganzen aufgewandten Wärmemenge:

$$\eta_t = \frac{\text{indizierte Arbeit}}{\text{Brennstoffwärmemenge}}$$

¹⁾ Eine Wärmeeinheit (WE), Kalorie, ist diejenige Wärmemenge, die erforderlich ist, um 1 kg Wasser von 0° auf 1° zu erwärmen.

Der thermische Wirkungsgrad ist also stets ein echter Bruch; er wird meist in Prozent ausgedrückt und beträgt beim Gasmotor 20 bis 30%, bei den besten Dampfmaschinen nur 14 bis 16%. (Vgl. Seite 117.)

Der thermische Wirkungsgrad wächst mit der Größe des Temperaturunterschiedes, zwischen dem sich der Kreisprozeß abspielt; man wird daher im Zylinder der Wärmekraftmaschinen die höchsten praktisch zulässigen Temperaturen und hohe Spannungen anstreben, um eine möglichst weitgehende Expansion der Verbrennungsgase zu erreichen.

Der *mechanische Wirkungsgrad* einer Gasmaschine ist das Verhältnis der am Ende der Kurbelwelle entnommenen Arbeit zu der indizierten Arbeit, die das Indikator-diagramm veranschaulicht:

$$\eta_m = \frac{\text{Nutzarbeit an der Kurbelwelle}}{\text{indizierte Arbeit}}.$$

Ein Teil der indizierten Arbeit wird durch die Reibungswiderstände in der Maschine aufgezehrt. Der mechanische Wirkungsgrad hängt also von der Güte der baulichen Ausführung einer Maschine ab. Er beträgt bei Gasmaschinen wie bei Dampfmaschinen etwa 0,75 bis 0,85. Also etwa 80% der indizierten Arbeit im Zylinder können von dem Schwungrad der Maschine entnommen und wirklich nutzbar gemacht werden.

Der mechanische Wirkungsgrad sinkt bei abnehmender Leistung der Maschine, da die Reibungsarbeit immer ziemlich die gleiche bleibt. Bei Leerlauf der Maschine wäre der mechanische Wirkungsgrad gleich Null, die gesamte indizierte Leistung würde dann nur zur Bewegung der Maschine verbraucht werden.

Der *wirtschaftliche oder Gesamtwirkungsgrad* einer

Wärme­kraft­ma­chine ist das Pro­dukt des ther­mischen und me­chanischen Wirkungs­grades, also das Ver­hältnis der an der Kur­bel­welle geleisteten Arbeit zu der Wärmemenge des zugeführten Brennstoffes:

$$\eta_w = \eta_t \cdot \eta_m = \frac{\text{Nutzarbeit an der Kur­bel­welle}}{\text{Brennstoffwärmemenge}}.$$

Ein guter Gesamtwirkungsgrad wird in erster Linie durch einen guten ther­mischen Wirkungsgrad bedingt.

Die eigentliche Wirtschaftlichkeit des Maschinenbetriebes wird neben den Anschaffungs- und Unterhaltungskosten der gesamten Anlage vor allen Dingen von dem Brennstoffverbrauch abhängen, der zur Erzeugung der stündlichen effektiven Pferdestärke (PSe-std), einer Nutzpferdestärke, nötig ist, unter Berücksichtigung des Brennstoffpreises, den die örtlichen Verhältnisse bedingen.

d) Bestimmung der Nutzleistung.

Die wirkliche Nutzleistung der Maschine kann genau nur durch Bremsung an der Kur­bel­welle ermittelt werden. Diese Methode ist jedoch nur für kleinere Maschinenleistungen anwendbar; zur Bestimmung der Nutzleistung größerer Maschinenkräfte hat man zwei Aushilfswege: Ist eine Dynamomaschine mit der Großgasmaschine unmittelbar gekuppelt, so kann aus der dem Anker der Dynamomaschine entnommenen elektrischen Arbeit, die durch elektrische Meßapparate festgestellt wird, die Nutzarbeit der Gasmaschine bestimmt werden, falls der Wirkungsgrad des Ankers der Dynamomaschine bekannt ist; sonst muß man sich damit begnügen, ein Diagramm unter Belastung der Maschine aufzunehmen und ein anderes Diagramm unter Fortfall jeglicher Belastung, ein so­ge-

nanntes Leerlaufdiagramm, das also nur die Eigenreibrungsarbeit in der Maschine darstellt. Der Unterschied der beiden Diagrammflächen ergibt genau genug die Nutzarbeit der Großgasmaschine.

Zweiter Abschnitt.

Das Leuchtgas als Maschinenbetriebskraft.

In den Gasanstalten der Städte und größeren Plätze gewinnt man heute überall aus Kohle durch ein Destillationsverfahren das Leuchtgas. Zylindrische röhrenartige Gefäße oder Kammern aus feuerfester Schamotte, sogenannte *Retorten*, werden mit gasreicher Steinkohle gefüllt, luftdicht abgeschlossen und von außen in *Glut* versetzt. Die sich entwickelnden Kohlenwasserstoffgase können nicht ins Brennen kommen, da der Luftzutritt verhindert ist.

Die Retorten sind horizontal, schräg liegend oder neuerdings häufig senkrecht stehend angeordnet. Besondere Vorzüge haben die letzteren, die leicht von oben zu beschicken und unten zu entleeren sind (*Vertikalöfen*). Der ganze Vergasungsprozeß, den man als „*trockene Destillation*“ bezeichnet, dauert einige Stunden, danach wird wieder neu aufgefüllt.

Als Rückstände der Destillation und wichtige Nebenprodukte gewinnt man *Koks*, *Teer*, *Ammoniakwasser* und noch viele andere Produkte; die *Koks* werden teilweise wieder zum Heizen der Retorten verwendet.

Das abziehende Gas sammelt sich, nachdem es gekühlt und gereinigt ist, in großen Behältern an, von wo es nach den verschiedenen Verwendungsplätzen fortgeleitet wird.

Die chemische Untersuchung des Leuchtgases ergibt ein Gemisch von zahlreichen verschiedenen Gasen, der Hauptsache nach schwere Kohlenwasserstoffe von verschiedener Zusammensetzung (C_nH_m): Sumpfgas (CH_4), Wasserstoff (H), Kohlenoxyd (CO), Kohlensäure (CO_2), Sauerstoff (O) und Stickstoff (N).

Die Leuchtgase verschiedener Gasanstalten werden in gewissen Grenzen in ihrer Zusammensetzung und somit in ihren Eigenschaften (Gewicht, Heizwert) voneinander abweichen. Der durchschnittliche Heizwert des Leuchtgases beträgt 5000 bis 6000 WE/cbm.

Entzündet man ein Gemisch von Leuchtgas und Luft, das in einen engen Raum eingeschlossen ist, so verpufft es mit großer Heftigkeit. Diese explosionsartige rasche Verbrennung des Gases und seine Diffusion, d. h. die Eigenschaft, sich rasch und gut mit der Luft zu vermischen, machen das Leuchtgas als Maschinenbetriebskraft vorzüglich geeignet.

Beide Erscheinungen kann man mitunter wahrnehmen. Das einer offenen Gasleitung entströmende Leuchtgas verbreitet in einem geschlossenen Raume bald einen eindringlichen Geruch, es hat sich mit den kleinsten Luftteilchen vermischt; kommt man mit einer offenen Flamme in einen solchen Raum, so kann in bestimmten Fällen eine gefährliche Gasexplosion stattfinden, denn nicht jedes Gemisch von Gas und Luft ist entzündbar. Erst ein Gemisch von 1 Raumteil Gas und 4 Raumteilen Luft bei atmosphärischer Spannung beginnt explosionsartig zu verbrennen, ein Gemisch von 1 : 5 bis 1 : 6 ergibt die heftigste Verpuffung, man bezeichnet dies als das stärkste Gemisch; bei einem Volumengemisch Gas und Luft von 1 : 12 bis 1 : 14 hört die Entzündungsfähigkeit wieder ganz auf. Die verschiedenen Gasqualitäten werden die Grenzen bestimmen.

Stark mit Luft verdünnte Gemische, die bei atmosphärischer Spannung nicht mehr verbrennen, werden jedoch durch Verdichten wieder entzündbar, da dann die einzelnen kleinsten Gasteilchen dichter zusammengedrängt lagern.

Bei den heutigen Gasmaschinen finden ausnahmslos verdichtete Gemische Verwendung.

Die Verpuffungstemperatur und die Zeitdauer der Verpuffung ändern sich unter den verschiedenen Mischungsverhältnissen. Untersucht man z. B. für ein Durchschnittsleuchtgas diese überaus wichtigen Beziehungen, dann lassen sich die Ergebnisse in der folgenden Tabelle zusammenstellen.

Leuchtgas von 17°C und Atmosphärendruck wurde für die Untersuchung in einem geschlossenen Zylinder zur Entzündung gebracht, Verpuffungsdruck und Zeitdauer in vielfachen Versuchen gemessen und rechnerisch die entsprechende Temperatur bestimmt. Verdichtete Gasgemische ergeben bei Verpuffung entsprechend höhere Drucke.

Raumgemisch Gas : Luft	Größter Druck in at Überdruck	Verpuffungs- temperatur in Graden Celsius	Verpuffungs- zeitdauer in Sekunden
1 : 4	5,5	1600	0,16
1 : 5	6,2	1812	0,06
1 : 6	6,1	1792	0,04
1 : 9	5,3	1557	0,08
1 : 12	4,1	1200	0,24
1 : 14	2,8	806	0,45

Der hohe Verpuffungsdruck treibt in den Gasmaschinen einen Kolben im Zylinder vorwärts, die Kolbenkraft wird durch eine Kurbel auf das Schwungrad übertragen.

Durch die bei der raschen Verbrennung entstehenden hohen Temperaturen werden jedoch die Zylinderwände stark erhitzt, so daß man einen Teil der Wärme durch

Wasserkühlung wieder abführen muß; dieser Wärmeverlust bedeutet allerdings einen entsprechenden Arbeitsverlust, doch ist nur auf diese Weise die praktische Ausführung der Gasmaschine und ein gesicherter Dauerbetrieb möglich.

Gasarme Gemische werden, wie die Tabelle zeigt, den Zylinder geringer erhitzen. Die Verpuffungszeitdauer hält sich durchaus in meßbaren Grenzen, sie dauert bei geringen Gemischen am längsten; man kann den Verpuffungsvorgang daher mit Recht als eine Verbrennung bezeichnen und sämtliche Gasmaschinen mit dem zusammenfassenden Namen „Verbrennungsmotoren.“ Bei dem in der Einleitung erwähnten Dieselmotor dauert die Verbrennung im Zylinder sogar eine geraume Zeit.

Da es sich beim Betriebe der Gasmaschine durchaus um keine gefährliche und zerstörende Explosion handelt, so ist auch der Name „Verpuffungsmotor“ dem üblichen Ausdruck „Explosionsmotor“ eigentlich vorzuziehen; doch ist die letztere Bezeichnung eingebürgert.

Die in diesem Bande behandelten Gasmaschinen sind sämtlich Explosionsmotoren mit verhältnismäßig sehr rascher Verpuffung des Gasluftgemisches im Zylinder.

Dritter Abschnitt.

Die Vorläufer der heutigen Gasmaschine.

Zu den ersten Gasmaschinen im weitesten Sinne könnte man auch die sogenannte „Pulvermaschine“ rechnen, deren Grundgedanke folgender ist: Kleine Mengen Pulver, am Boden eines stehenden, oben offenen Zylinders zur Explosion gebracht, drängen die Luft durch Rückschlagventile in dem oben gehaltenen Kolben hinaus. Die erkaltenden Gase ziehen sich zusammen und der äußere

Luftdruck sollte den Kolben arbeitleistend herabdrücken. Herabsinkende Gewichte heben den Kolben wieder und das Spiel der Maschine könnte von neuem beginnen.

Versuche mit solchen Pulvermaschinen, (Papin 1687 in Marburg) sowie mehrfache andere Ausführungsarten von Gasmaschinen zu Anfang des 19. Jahrhunderts, bei denen verbrennende Kohlenwasserstoffe die Treibkraft bildeten, die durch Vergasung von Holz, Kohle und Ölen in Retorten erzeugt wurden, erlangten jedoch gar keine praktische Bedeutung.

Die erste wirklich brauchbare Gasmaschine erfand Lenoir und ließ sie 1860 in Paris ausführen. Diese Maschine und die sieben Jahre später auftauchende Ottosche atmosphärische Maschine behaupteten sich unter mancherlei anderen weniger verbreiteten Gasmaschinen und fanden vielfache praktische Anwendung. Man kann diese beiden Bauarten daher als die eigentlichen Vorläufer der heutigen Gasmaschine bezeichnen. Beide Maschinen arbeiten ohne Verdichtung des Ladungsgemisches, bei allen weiteren Bauarten werden verdichtete Gemische benutzt.

a) Die Lenoir-Maschine.

(Schematische Grundrißskizze Fig. 1.)

Ihr Bau und ihre Wirkungsweise zeigen viel Ähnlichkeit mit einer liegenden Dampfmaschine. In einem geschlossenen Zylinder, dessen Wandungen und Deckel durch Wasser gekühlt sind, bewegt sich dicht anschließend ein Kolben. Durch eine Kolbenstangengeradführung und Gabeltreibstange wird die gekröpfte Kurbelwelle und das darauf sitzende Schwungrad in Umdrehung versetzt. Zwei Exzenter bewegen von der Kurbelwelle aus die Ein- und Auslaßschieber *E* und *A*.

Durch Schlitze in den Eintrittsschiebern gelangen Gas und Luft getrennt in den Zylinder. Während der ersten Hälfte seines Hubes saugt der Kolben Leuchtgas und

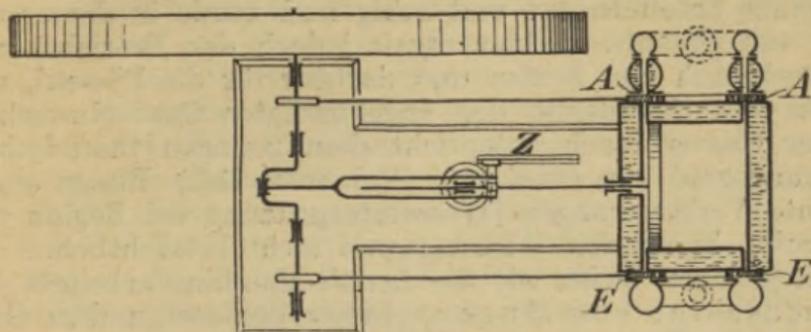


Fig. 1. Lenoir-Maschine.

Luft an; etwa in der Kolbenmittelstellung, nachdem der Einlaßschieber abgeschlossen hat, wird das Gemisch durch einen elektrischen Funken mittels eines Ruhmkorff-Induktors zur Entzündung gebracht; der Druck im Zylinder steigt höchstens auf 4 bis 5 at und sinkt bis zum Hubende auf etwa 0,5 at herab. Der Kolben kehrt um; durch das jetzt geöffnete Auslaßventil werden die Verbrennungsrückstände hinausgedrängt und auf der anderen Kolbenseite vollzieht sich in gleicher Weise Ansaugen, Zündung, Ausdehnung und Auspuff.

at Überdruck

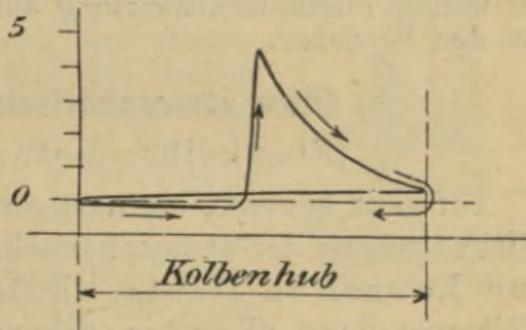


Fig. 2. Arbeitsdiagramm der Lenoir-Maschine.

Fig. 2 zeigt ein Idealdiagramm, das der Schreibstift des Indikators bei diesem Vorgange aufzeichnen würde.

Die Einlaßorgane der Maschine waren sehr sinnreich durchgebildet, ebenso die elektrische Zündung, die durch die hin und her gleitende Bewegung des Kreuzkopfes mittels eines Schleifkontaktes eingeleitet wurde (bei Z angedeutet). Die Maschine arbeitete gut und ruhig und wurde in der ersten Zeit viel gekauft. Leider ergab jedoch der Betrieb einen Gasverbrauch von 3 cbm und darüber für die PSe-std, ungefähr das Sechsfache des angekündigten Gasverbrauches. Dieser Gasverbrauch entspricht dem geringen thermischen Wirkungsgrad von etwa 4%. (Vgl. Seite 116.) Einige angebrachte Verbesserungen (Wassereinspritzung bei Beginn des Auspuffs) hoben den Wirkungsgrad nicht beträchtlich.

In gleicher Weise wie die Lenoir-Maschine arbeitete die Gasmaschine von Hugon. Dieser spritzte zu dem Gasluftgemisch Wasser in den Zylinder. Bei der Verbrennung wurde diese in Dampf verwandelt, es nahm dabei einen Teil der entstehenden Verbrennungstemperatur auf und schützte die bewegten Maschinenteile vor zu großer Erhitzung, während der sich ausdehnende Dampf mit treibend auf den Kolben wirkte. Die elektrische Zündung ersetzte Hugon durch eine sichere Flammzündung. Seine Maschine fand aber noch geringere Verbreitung als die Lenoir-Maschine.

Bald verschwanden diese Gasmaschinen, die auch nur für wenige Pferdestärkenleistung ausgeführt wurden, wieder aus den Betrieben.

b) Ottos atmosphärische Maschine.

(Flugkolbenmotor, Fig. 3.)

Auf ganz anderer, eigenartiger Grundlage beruht die Wirkungsweise der atmosphärischen Maschine von Otto und Langen in Deutz, die 1867 durch die Pariser Weltausstellung allgemein bekannt wurde. Sie bildet nach der Lenoir-Maschine den zweiten wichtigen Abschnitt in der Entwicklung des Gasmaschinenbaues.

Der stehend angeordnete Zylinder (Fig. 3) ist oben offen; in ihm bewegt sich dicht anschließend ein Kolben, dessen Gestänge jedoch nicht, wie sonst üblich, auf ein Kurbelgetriebe arbeitet. Gummipuffer begrenzen oben ein etwaiges Zuhochfliegen des völlig frei beweglichen Kolbens. Die durch

ein Querstück zwischen Säulchen gerade geführte Kolbenstange ist als Zahnstange ausgebildet und greift in einen Zahnkranz *Z* ein. Durch eine Reibungskupplung in Verbindung mit einem eigenartigen Schaltwerk wird dieser Zahnkranz einmal mit der Hauptantriebwelle *H* fest gekuppelt, ein andermal gleitet er lose auf ihr. Auf einer Nebenwelle *N*, die von der Hauptwelle durch zwei gleiche Stirnräder angetrieben wird, sitzen zwei Steuerexzenter. Das eine betätigt die Steuerung des Gaslufteintritts, die Zündung und den Gasaustritt mittels des Schiebers *S*; das andere hebt zu Beginn des Hubes durch eine Hebelanordnung die Kolbenstange an einer Knagge und somit den Kolben etwas an. Dadurch wird während der ersten kurzen Strecke von $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{10}$ des Kolbenhubes ein Gasluftgemisch angesaugt; dieses entzündet sich an einer offen brennenden Flamme, die durch einen Zündkanal im Schieber *S* übergeleitet wird. Bis zu Beginn eines neuen Kolbenanhubes bleiben nun die Steuerexzenter ausgeschaltet.

Der Verpuffungsdruck von durchschnittlich 3,5 at schleudert den Kolben rasch in die Höhe, der Zahnkranz *Z* dreht sich nach rechts um, er ist jetzt nicht mit der Hauptwelle *H* verkuppelt; diese dreht sich, ist die Maschine im Gange, immer links herum. Außer der Arbeit des Emporschleuderns des Kolbens leisten die verpuffenden Gase also keine Nutzarbeit. Nach $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ Flughöhe haben die Verbrennungsgase die Spannung der äußeren Atmosphäre angenommen und der Kolben fliegt jetzt durch die erlangte Massenbeschleunigung noch weiter empor. Durch die äußere Wasserkühlung unterstützt, verdünnt er dabei die Gase unter sich bis auf etwa 0,6 at Spannung unter dem äußeren Atmosphärendruck.

Auf den umkehrenden Kolben drückt nun die Außen-

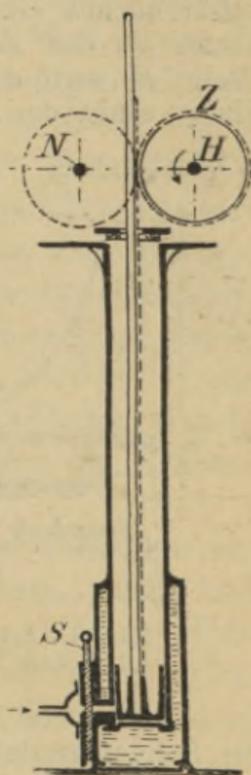


Fig. 3. Ottos atmosphärische Maschine (Flugkolbenmotor).

luft, auch sein Eigengewicht und das Gewicht der Zahnstange zieht ihn nach unten. Jetzt, bei Beginn des Niederganges, wird durch die sinnreiche Kupplung der Zahnkranz mit der Welle *H* fest verbunden; der abwärts gehende Kolben dreht also arbeitverrichtend die Welle *H* nach links um.

Der Druck unter dem Kolben steigt wieder zum Atmosphärendruck an. Schließlich bewegt sich der Kolben langsamer als der Zahnkranz, die Verkupplung von *Z* mit der Welle *H* wird dadurch aufgehoben. Das letzte Stück des Hubes sinkt der Kolben frei durch sein eignes Gewicht nach unten und treibt die Verbrennungsrückstände durch die Schieberaustrittsöffnung und ein sich selbsttätig öffnendes Ventil aus dem Zylinder bis auf einen kleinen Rest, auf dem er schließlich zu Ruhe kommt.

at Überdruck

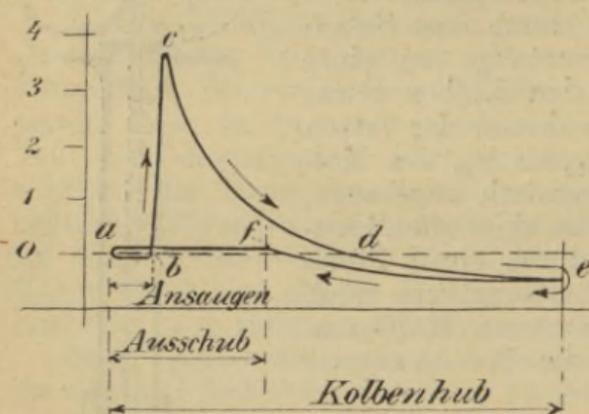


Fig. 4. Arbeitsdiagramm des Ottoschen Flugkolbenmotors.

Die Verbrennungsrückstände durch die Schieberaustrittsöffnung und ein sich selbsttätig öffnendes Ventil aus dem Zylinder bis auf einen kleinen Rest, auf dem er schließlich zu Ruhe kommt. Von da an wiederholen sich alle Arbeitsvorgänge wie vorher, nur wird der Saughub nicht wie zu Anfang bei Inbetriebsetzung von Hand, sondern durch die angesammelte Kraft des Schwungrades bewirkt, das auf der Hauptwelle *H* sitzt.

Der Indikator schreibt das idealisierte Diagramm Fig. 4 auf: Das von *a* bis *b* angesaugte Gemisch verpufft mit etwa 3,5 at Höchstdruck. Von *c* nach *d* sinkt die Spannung, etwa auf halbem Kolbenwege hört der Überdruck im Zylinder auf, von *d* bis *e* wirkt die lebendige Kraft des zwischen *b c d* emporgeschleuderten Kolbens und verdünnt die Verbrennungsgase auf etwa $\frac{1}{2}$ at, von *e* bis *f* werden sie wieder rückverdichtet, zwischen den Punkten *f* und *a* vollzieht sich das Ausschleiben der Abgase.

Das von *a* bis *b* angesaugte Gemisch verpufft mit etwa 3,5 at Höchstdruck. Von *c* nach *d* sinkt die Spannung, etwa auf halbem Kolbenwege hört der Überdruck im Zylinder auf, von *d* bis *e* wirkt die lebendige Kraft des zwischen *b c d* emporgeschleuderten Kolbens und verdünnt die Verbrennungsgase auf etwa $\frac{1}{2}$ at, von *e* bis *f* werden sie wieder rückverdichtet, zwischen den Punkten *f* und *a* vollzieht sich das Ausschleiben der Abgase.

Wydziału K. K. uni. ac. i. l. 7 A. G.

Dzial

Obwohl die Ottosche atmosphärische Maschine infolge der eigenartigen Anordnung des frei beweglichen Kolbens einen ungleichmäßigen und überaus geräuschvollen Gang hatte, so war doch der Gasverbrauch bedeutend geringer als bei der Lenoir-Maschine, er betrug bei minutlich 70—80 Umdrehungen der Welle bzw. 35 bis 40 Kolbenhüben etwa $\frac{3}{4}$ cbm Leuchtgas für die PSe-std. Erst die neueren Leuchtgasmotoren weisen einen noch günstigeren Gasverbrauch auf. Mehr als 5000 Maschinen von $\frac{1}{2}$ bis 3 PS wurden ausgeführt, die teilweise Jahrzehnte im Betriebe waren. Das Kleingewerbe besaß in diesem Motor eine erwünschte zweckentsprechende Betriebskraft, wenn man absah von seinen augen- und ohrenfälligen Mängeln; manchmal mußte für die lang hinausragende Kolbenstange die Decke durchbrochen werden, wie Amboßschläge folgten die Kolbenhübe aufeinander.

Der Erfinder Otto schaffte hierin selbst wirksame Abhilfe. Er baute eine durchaus brauchbare, ruhig und geräuschlos arbeitende Gasmaschine von gefälligen Formen, deren Arbeitsweise wieder auf einer ganz neuen Grundlage fußte, auf dem sogenannten Viertakt.

Otto lenkte hierdurch den Gasmaschinenbau in die noch heute beschrittenen Bahnen.

Vierter Abschnitt.

Viertakt und Zweitakt.

Alle heutigen kleineren Gasmaschinen arbeiten ausnahmslos im Viertakt, jeder vierte Kolbenhub ist ein Krafthub; erst in neuester Zeit, als man den Bau von Großgasmaschinen begann, ging man teilweise zum Zweitakt über; hierbei ist jeder zweite Kolbenhub ein Krafthub.

Verdichtete Ladungsgemische finden, im Gegensatz zu den vorstehend behandelten Maschinen, bei der Viertakt- wie bei der Zweitaktwirkung Verwendung.

a) Viertaktarbeitsweise.

Das Ansaugen und Verdichten des Gas-Luftgemisches geschieht beim Viertaktverfahren nicht durch besondere Pumpen, sondern im Arbeitszylinder selbst; dieser wird dadurch also gleichzeitig zur Saugpumpe und zum Kompressor.

Diese Ersparnis besonderer Hilfspumpen bedingt die einfache und übersichtliche bauliche Gestaltung des Viertaktmotors. Der Zylinder ist bei dem einfachwirkenden Motor nur am hinteren Ende geschlossen. Die Schubstange greift in dem hohlen Tauchkolben an, der sich in langer Lauffläche im Zylinder führt.

In Fig. 5 ist neben die vier aufeinanderfolgenden Kolbenhübe jedesmal die betreffende Diagrammlinie gezeichnet, die der Schreibstift des Indikators aufzeichnet.

1. Hub: Ansaugen von Gas und Luft, *a b*.
2. Hub: Verdichten dieses Ladungsgemisches, *b c*.
3. Hub: Entzündung in der inneren Totpunktstellung des Kolbens, Verbrennung und Ausdehnung der Gase, *c d e*.
4. Hub: Ausstoßen der Verbrennungsrückstände, *e a*.

Das Diagramm schließt sich wieder im Anfangspunkt *a*, der Arbeitsvorgang wiederholt sich von neuem in gleicher Weise. Der Kolben erhält also nur bei Hub 3 einen Kraftantrieb, Hub 1, 2 und 4 sind kraftverzehrende Hübe; schwere Schwungmassen müssen das Arbeitsvermögen für diese $1\frac{1}{2}$ Umdrehungen der Kurbelwelle aufspeichern.

Bei einem aufgenommenen wirklichen Diagramm

fallen die Linien ab des Ansaughubes und ea des Ausschubhubes ziemlich in eine Linie zusammen. Ein empfindlicherer Indikator würde jedoch erkennen lassen, daß die Ansaughubspannung infolge des Saugwiderstandes etwas unter der Null-Linie, die Ausschubspannung wegen

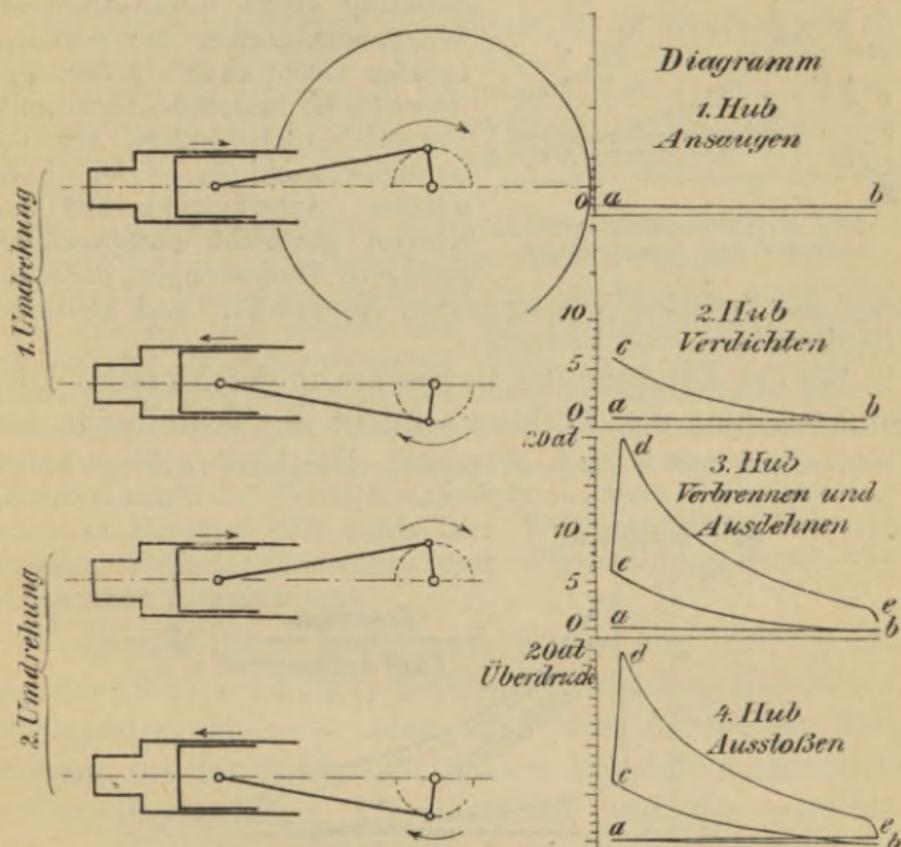


Fig. 5. Der Viertakt.

des Ausströmungswiderstandes etwas darüber liegt (Fig. 7).

Das gleiche lassen übrigens ebenfalls schon die vorstehend behandelten Diagramme, Fig. 2 und 4, erkennen.

Die Gemengeverdichtung ist bei dem ersten Ottoschen Viertaktmotor anfänglich mit etwa 2 at Verdichtungsdruck durchgeführt worden bei Verbrennungsspannungen von 8 bis

10 at (Fig. 7); später wurde der Verdichtungsdruck auf 8 bis 12 at gesteigert, was besonders bei wärmearmen Gasen ohne Gefahr einer Selbstzündung möglich ist, um Verbrennungsdrücke von 20 bis 30 at zu erzielen. Mit hohem

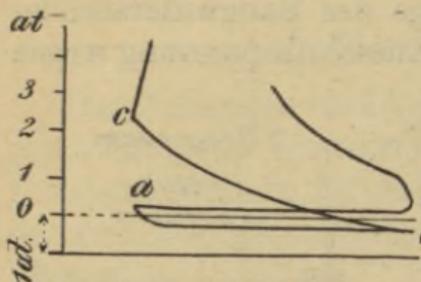


Fig. 6. Viertaktdiagramm, Ansaug- und Ausschubhub.

Verdichtungs- und Verbrennungsdruck und weitgehender Ausdehnung steigt bekanntlich die Wärmeausnützung der verbrennenden Gase; auch ergeben sich wesentliche maschinentechnische Vorteile, insbesondere für die Großgasmaschinen. Der hohe mittlere Arbeitsdruck auf den Kolben gestattet entsprechend geringere Abmessungen, die Kühlung des Zylinders von kleinerem Rauminhalt und kleinerer Oberfläche ist eine leichtere.

Bei der Zündung des Gemisches in der hinteren Totpunktstellung des Kolbens schnellt der Schreibstift des Indikators von *c* nach *d* empor. Die Linie *cd* erscheint

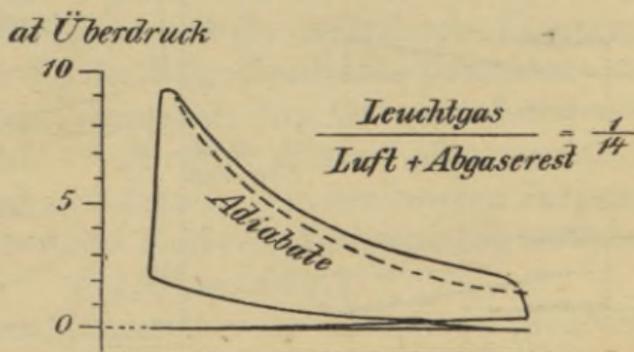


Fig. 7. Arbeitsdiagramm des ursprünglichen Ottoschen Viertaktmotors.

meist etwas in der Kolbenlaufrichtung verschleppt, da die Verpuffung immerhin eine gewisse Zeit erfordert (Tabelle S. 14).

Von *d* nach *e* expandieren die Gase und treiben den Kolben vorwärts; bei $\frac{9}{10}$ des Ausdehnungshubes be-

gibt das Austrittsventil am Zylinder sich zu öffnen, die Spannung sinkt rasch zur Atmosphärenlinie herab.

Darauf erfolgt der Ausschubhub $e a$, die Abgase entweichen aus dem Zylinder mit einer Temperatur von etwa 600°C .

Die Zusammensetzung der Abgase ist in Raumprozenten etwa folgende: ungefähr 10% CO_2 ; 5 bis 10% O ; 80 bis 85% N ; von CO und andern brennbaren Gasen sollen nur geringe Spuren in den Abgasen entweichen; je vollständiger die Verbrennung, desto günstiger der Wirkungsgrad der Gasmaschine.

Die Ausdehnungskurve $d e$ stimmt ungefähr mit einer adiabatischen Linie überein, wie Untersuchungen an gut arbeitenden Maschinen ergeben; sie erhebt sich manchmal sogar darüber und nähert sich der isothermischen Kurve. Infolge der Wärmeentziehung durch die Mantelkühlung müßte sie aber im Gegenteil eher unter die adiabatische Kurve herabsinken. Dies läßt sich durch die Wärmezufuhr erklären, die zu Anfang des Hubes durch das Nachbrennen entsteht. Ebenso kommt die Verdichtungslinie $b c$ einer Adiabate sehr nahe; es gleichen sich auch hier Wärmezufuhr durch die erhitzten Zylinderwandungen und Wärmeabfuhr durch das Kühlwasser ungefähr aus.

Vergleicht man jetzt noch einmal die Arbeitsdiagramme (Fig. 2, 4 und 7) der drei behandelten Maschinen miteinander, so sieht man, daß der Arbeitsweg des Kolbens bei den beiden Ottoschen Maschinen erheblich größer, die größten Arbeitsdrücke und der mittlere (durchschnittliche) Kolbendruck wesentlich höher ist als bei der Lenoir-Maschine; die Wärmeausnützung ist also eine vorteilhaftere geworden.

Bei Lenoir erfolgt der Arbeitsdruck in der Mittelstellung des Kolbens, wenn dieser also gerade seine größte Geschwindigkeit hat, bei den Maschinen mit Verdichtung der Ladung hingegen in der Totpunktstellung, wenn die Kolbengeschwindigkeit Null oder im ersten

Augenblick des Kolbenrücklaufs sehr gering ist. Die Druckwirkung der Gase geschieht also hier in vorteilhafterer Weise.

b) Zweitaktarbeitsweise.

Der Grundgedanke des Zweitaktverfahrens ist kurz folgender:

Der Saughub und Auspuffhub des Viertaktverfahrens wird durch besondere Lade- und Spülpumpen ersetzt. Es fallen also zwei Kolbenhübe weg, auf jede Umdrehung der Kurbel kommt ein Kolbenkrafthub.

Daraus ergeben sich kleinere Zylinderabmessungen und ein gleichmäßigerer Gang der Maschine gegenüber dem Viertaktverfahren, allerdings müssen durch die Krafterleistung des Arbeitskolbens die besonderen Lade- und Spülpumpen angetrieben werden.

Das Diagramm der Zweitaktmaschine zeigt keinen grundsätzlichen Unterschied gegenüber dem Viertakt-diagramm, es fallen nur Ansaug- und Ausschublinie fort. Will man die Arbeit der Pumpen veranschaulichen, so muß man von diesen besondere Diagramme aufnehmen (siehe Zweiter Teil, Großgasmaschinen).

Fünfter Abschnitt.

Der neue Otto-Motor.

Wieder bei einer Pariser Weltausstellung, im Jahre 1878, brachte Otto zum ersten Male seinen neuen Viertaktgasmotor an die Öffentlichkeit. Dieser wies zwar kaum den günstigen Gasverbrauch auf wie die 11 Jahre zuvor ausgestellte Gasmaschine — (nämlich etwa 1 cbm Leuchtgas für die stündliche Nutzpferdestärke gegenüber $\frac{3}{4}$ cbm Gasverbrauch der Flugkolbenmaschine) —, doch

war er dem Flugkolbenmotor weit überlegen durch ruhigen Gang und einfache Bauart.

Die Grundzüge der baulichen Anordnung sind bis zum heutigen Tage bei den Ottoschen Maschinen, sowie bei allen später auftauchenden Kleinmotoren anderer Firmen die gleichen geblieben.

In Fig. 8 ist die ursprüngliche Ottosche Viertaktmaschine, kurzweg auch der neue Otto genannt, in den Grundzügen dargestellt.

In dem von Kühlwasser umspülten Zylinder bewegt

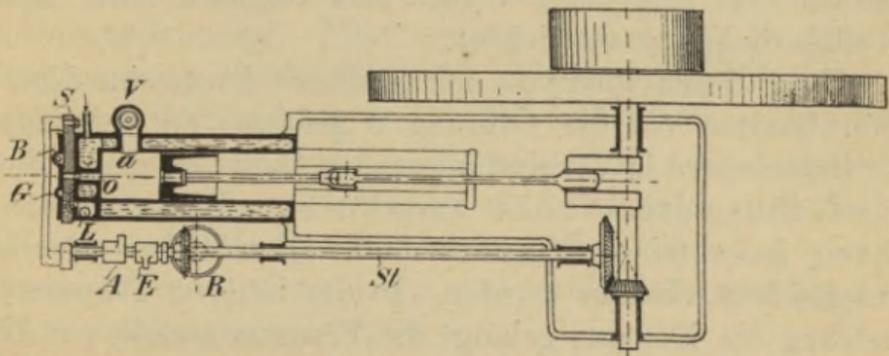


Fig. 8. Ottos neuer Motor (ursprünglicher Viertaktmotor).

sich dicht anschließend ein Kolben, der durch Kolbenstange, Gleitführung und Kurbel die Drehbewegung des Schwungrades und der daneben sitzenden Antriebscheibe bewirkt. Der Zylinder ist nach hinten um etwa $\frac{2}{3}$ des ganzen Kolbenhubes verlängert; in diesem hinteren Teile des Zylinders findet die Verdichtung der Ladung statt. Bei den heutigen Maschinen geschieht dies in dem sogenannten Zylinderkopfe, der im Durchmesser etwas enger gehalten und am Zylinderende angeschraubt wird.

Von der Kurbelwelle wird durch ein Kegeleräderpaar im Übersetzungsverhältnis 2:1 die Steuerwelle *St* angetrieben, sie macht also nur halb so viel Umdrehungen

wie die Kurbelwelle. Während der Kolben 2 Hübe macht, wird demnach, der Viertaktarbeitsweise entsprechend, der von der Steuerwelle durch eine kleine Kurbel bewegte Schieber *S* einen Hub machen. Der Schieber regelt das Ansaugen der Ladung und die Zündung. Durch die Öffnung *L* tritt Luft, bei *G* das Gas ein, an der Stelle *B* befindet sich ein offener Brenner.

In dem Schieber, der an beiden Seiten dicht anschließt, sind Kanäle und Bohrungen derart angeordnet, daß zunächst durch die Kolbenauswärtsbewegung Luft, darauf Gas angesaugt wird. Das Gemisch wird beim Kolbenrückgang verdichtet.

Unterdessen wird von dem Brenner *B* aus eine kleine Zündflamme vor die Öffnung *o* geleitet, die mit dem Zylinderinnern in Verbindung steht. Damit sie durch den Verdichtungsdruck nicht ausgelöscht wird, ist vorher durch ganz feine Öffnungen ein allmählicher Druckausgleich geschaffen worden. In der inneren Totpunktstellung des Kolbens gelangt die Flamme gerade vor die Öffnung *o* und entzündet die verdichtete Ladung; der Kolben wird vorwärts getrieben.

Bei dem vierten Hube hat ein auf der Steuerwelle sitzender Nocken *A* das Auslaßventil *V* geöffnet, die Verbrennungsrückstände entweichen bei *a* aus dem Zylinder. Der Einlaßnocken *E* öffnet in gleicher Weise bei jedem Saughube das Gaseintrittsventil, allerdings noch in Verbindung mit dem Regulator *R*, dessen Schwungkugeln von der Steuerwelle durch Kegelräder angetrieben werden.

Der Nocken *E* sitzt nämlich verschiebbar auf der Welle. Der Regulator bewirkt diese Verschiebung und nur bei normalem Gange der Maschine wird das Gasventil regelmäßig bei jedem vierten Hube geöffnet, bei

zu schnellem Gange bleibt es geschlossen; der Kolben saugt dann nur Luft an, es kann keine Verpuffung erfolgen, ein „Aussetzer“ findet statt (vgl. S. 52).

Diese Regelart wird noch heute vielfach angewandt; die Schiebersteuerung ist jedoch gänzlich aufgegeben; durch ein Einlaßventil gelangt bei heutigen Motoren die Ladung in den Zylinder. Die doppelseitige Dichtung des Schiebers war schwer zu erreichen, seine Gestaltung nicht gerade einfach zu nennen.

Das Arbeitsdiagramm des ursprünglichen Otto (Fig. 7) zeigt etwa 2 at Verdichtungsüberdruck und 9 at Verpuffungsspannung. Man ersieht daraus die langsame Verbrennung, ein kräftiges Nachbrennen, die Folge der geringen Verdichtung und der unvollkommenen Mischung. Die Ausdehnungskurve erhebt sich nämlich beträchtlich über die punktiert gezeichnete Adiabate. Sofortige vollständige Verpuffung des Gemisches würde einen höheren Anfangsdruck und somit einen günstigeren Wärmewirkungsgrad ergeben.

Sechster Abschnitt.

Allgemeine Bauart und Aufstellung der Gasmaschinen.

a) Aufstellungsplan eines Leuchtgasmotors. (Fig. 9.)

Man ersieht aus der Aufstellung dieses kleineren Viertaktmotors die übliche Anordnung der zu jeder Maschine nötigen Zubehörteile.

Das Leuchtgas der Straßenleitung durchströmt zunächst einen Gasmesser (Gasuhr), der die Anzahl der verbrauchten Kubikmeter Gas selbsttätig aufzeichnet. Da der Gasdruck in dem Leitungsnetz je nach der Gas-

entnahme sehr schwankend ist und diese Schwankungen sich auch dem Motor mitteilen würden, so ist in der Leitung ein Gasdruckregler eingeschaltet. Dieser

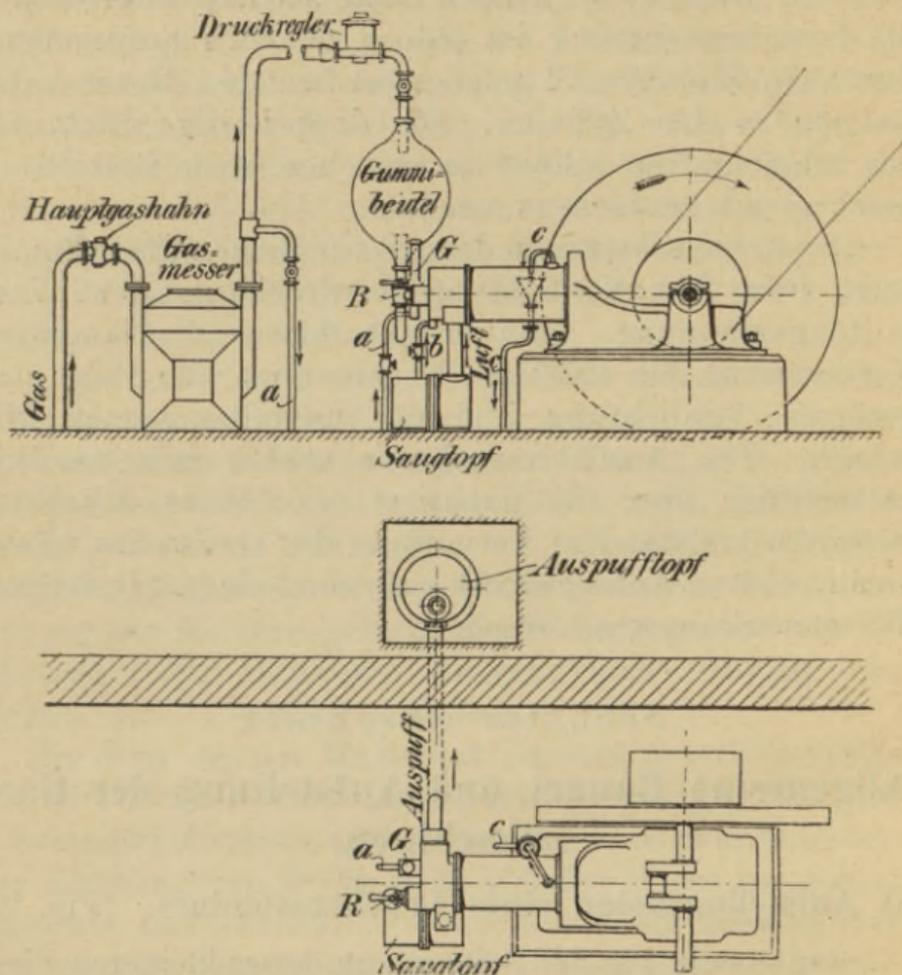


Fig. 9. Aufstellungsplan eines Leuchtgasmotors.
 a Zündgasleitung, b Kühlwasserzuleitung, c Kühlwasserableitung,
 R Gasregulierhahn, G Glühröhrzündung.

Apparat wirkt gewöhnlich in der Weise, daß sich je nach dem Gasdruck eine Schwimmerglocke senkt oder hebt, wodurch ein Ventil geöffnet oder geschlossen wird.

Zum Ausgleich der Druckschwankungen, die durch die Viertaktarbeitsweise des Motors entstehen, wird außerdem noch zwischen den Druckregler und den Motor ein Gummibeutel eingeschaltet. Aus diesem Gassammler kann der Motor bei jedem Saughube ruckweise die größere Gasmenge entnehmen, ohne daß sich ein störendes Zucken der in der Nähe brennenden Gasflammen bemerkbar macht.

Die Zuströmmenge des Gases kann schließlich noch durch den Regelhahn *R* am Motor eingestellt werden.

Die zur Gemischbildung nötige Luft soll möglichst rein sein. Kurz vor dem Motor erweitert sich die Luftsaugleitung gewöhnlich zu dem sogenannten Saugtopfe, der zur Schalldämpfung dient; er soll das schlürfende Sauggeräusch verringern und auch die gröbsten mechanischen Verunreinigungen der Luft zurückhalten, damit diese nicht Zylinder und Ventile verschmutzen. Ebenfalls zur Schalldämpfung dient der Auspufftopf, zu dem sich die Abgasleitung erweitert. Ein aufgesetztes Rohr führt die mitunter unangenehm riechenden Verbrennungsrückstände an der äußeren Gebäudewand in die Höhe.

Besitzt der Gasmotor sogenannte Glührohrzündung, so ist zwischen Gasmesser und Druckregler die Zündgasleitung abzuzweigen. Dieselbe speist einen Brenner, der ein kleines Röhrchen am hinteren Zylinder dauernd glühend erhält; an der heißen Innenwandung des Glührohrchens entzündet sich die Ladung. Das Kühlwasser tritt unten am Zylinder ein, umströmt Mantel und Zylinderkopf und fließt oben durch ein Röhrchen freisichtbar in einen Trichter ab.

Die äußeren Formen eines heutigen Kleinmotors für gasförmige Brennstoffe, ausgeführt von der Gasmotoren-

fabrik Deutz, zeigt das Schaubild Fig. 10. (Konstruktionszeichnung dazu Tafel I, Erläuterungen S. 63.)

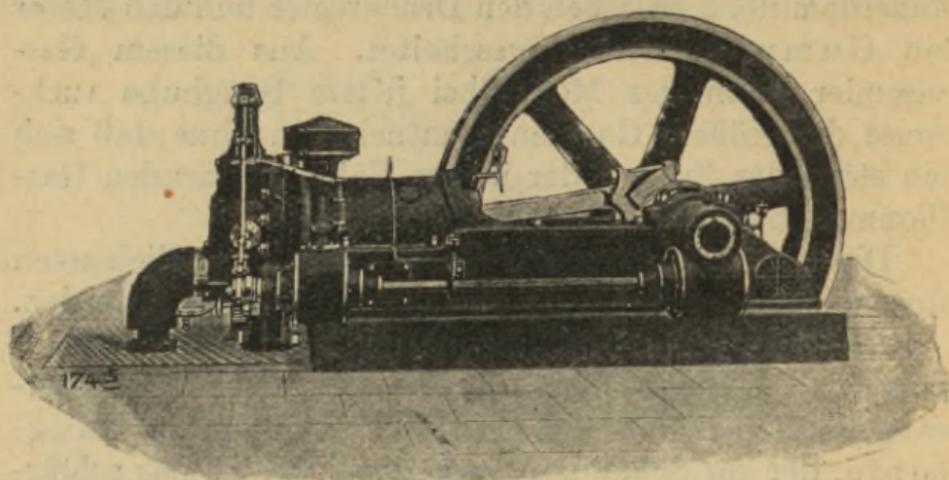


Fig. 10. Kleinmotor der Gasmotorenfabrik Deutz für gasförmige Brennstoffe.

b) Einfach- und doppelwirkende Maschinen.

Unsere hier behandelten Kleinmotoren sind sämtlich einfachwirkende Maschinen; der Ausdehnungsdruck der Gase wirkt nur auf eine Seite des Kolbens, der Zylinder ist an einem Ende offen.

Bei der doppelwirkenden Viertaktmaschine sind beide Zylinderenden geschlossen, wir haben eine Viertaktwirkung an jeder Seite. (Siehe S. 119, Fig. 50.)

Von vier aufeinanderfolgenden Kolbenhüben sind zwei Arbeitshübe; die Zylinderleistung verdoppelt sich also. Allerdings folgen die Arbeitshübe beim doppelwirkenden Viertakt unmittelbar aufeinander.

Großgasmaschinen baute man bald als doppelwirkende Maschinen, da es sich als unmöglich erwies, für sehr große Leistungen die einfach wirkende Viertaktmaschine in ihren Ausführungsformen nur ent-

sprechend zu vergrößern. Dies würde wegen der Viertelwirkung und der damit verbundenen eigentlich recht ungünstigen Getriebeausnützung zu sehr großen Abmessungen und hohen Gewichten des Zylinders und der Triebwerksteile und, gegenüber dem Dampfmaschinenbetriebe, zu unwirtschaftlichem Kostenaufwande führen.

c) Kreuzkopf und Kolben.

Der ursprüngliche Otto (Fig. 8) besaß zwar Kreuzkopfgeradführung, doch kam der Kreuzkopf später bei allen einfachwirkenden Viertaktmotoren in Wegfall, erst der Großgasmaschinenbau nahm ihn wieder auf.

Mehrere selbstspannende gußeiserne Federringe bewirken die Abdichtung. Die Treibstange, die die Kolbenkraft auf Kurbel und Schwungrad überträgt, greift bei den Kleinmotoren in der Mitte des hohlen Tauchkolbens an; dieser wird also innen vollkommen von Luft umspült und dadurch gekühlt. Allerdings muß man die schwere Zugänglichkeit des schwingenden Zapfens mit in Kauf nehmen.

Bei der als doppelwirkende Viertaktmaschine ausgeführten Großgasmaschine fällt die Luftkühlung des Kolbens weg; ein Kühlwasserstrom fließt dauernd durch die hohle Kolbenstange, den Kolben und um die Stopfbüchsen und mindert die hohe Erhitzung bis zu praktischen Grenzen herab.

d) Stehende und liegende Zylinderanordnung.

Ebenso wie die Dampfmaschinen, so führt man auch die Gasmaschinen in liegender und stehender Anordnung aus. Obwohl im Anfange der liegende Gasmotor vorherrschte, so kann man heute die stehende und liegende Form im allgemeinen als gleichwertig bezeichnen.

Vorteile und Nachteile der beiden Bauarten sind wie bei der Dampfmaschine zu begründen. Braucht man mit dem Platz nicht zu sparen, so wird man die bequem zugängliche und übersichtliche liegende Bauart bevorzugen. Der am hinteren Ende angeschraubte Zylinderkopf, in dem die Verdichtung der Ladung stattfindet, trägt dann die Ein- und Auslaßorgane.

Bei der stehenden Anordnung fällt die durch das Eigengewicht des Kolbens erzeugte Reibungsarbeit fort, während bei dem liegenden Zylinder der Kolben die untere Lauffläche einseitig belastet und an der oberen

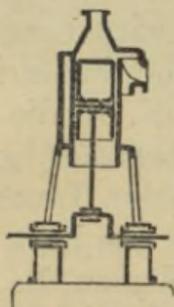


Fig. 11. Standmotor.

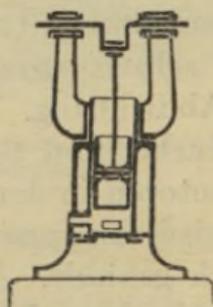


Fig. 12. Bockmotor.

Seite leicht Undichtigkeiten entstehen läßt; auch verteilt sich bei der stehenden Maschine das Schmieröl gleichmäßig über die ganze Kolbenfläche. Die Kurbelwelle kann unten liegen (Fig. 11, Standmotor) oder sie kann, bei kleineren Maschinen, über dem Zylinder gelagert sein (Fig. 12, Bockmotor).

Der Dieselmotor, eine Gasmaschine mit besonders hohen Arbeitsdrücken, wurde von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. in früheren Jahren ausschließlich als Standmotor ausgeführt mit Zylinderleistungen bis zu 150 PS; die Steuerungsorgane sind dann an dem oben liegenden Zylinderkopfe untergebracht. Heute führt die genannte Firma ebenso wie auch andere Gasma-

schinenfirmen Dieselmotoren bis zu sehr großen Zylinderleistungen auch als liegende Maschinen aus.

An die durchgehende verlängerte Kolbenstange der liegenden Großgasmaschinen sind oft die Kolben für Pumpen- oder Gebläsezyylinder angeschlossen. Der Rohölmotor zeigt als Schiffsmaschine meist die Standmotorbauart, die typische Bauart der Schiffsmaschine.

e) Mehrzylinderanordnung.

Alle Triebwerksteile der Gasmaschine müssen für den Höchstdruck berechnet und widerstandsfähig gestaltet werden. Dieser beträgt aber bei heutigen Maschinen beinahe das Zwanzigfache des mittleren Nutzdruckes. Bei dem einfachwirkenden Einzylinder - Viertaktmotor gelangt man daher, wie schon vorstehend bei Erläuterung der Doppelwirkung erwähnt wurde, zu ungeheuer großen Abmessungen der Triebwerksteile. Die zur Regelmäßigkeit des Ganges erforderlichen schweren Schwungräder haben große Reibungsarbeit in den Pleuellagern zur Folge und bedingen große und schwere Lagerabmessungen.

Diesen Übelständen abzuhelfen, schritt man bei größeren Leistungen von etwa 100 PS an zur Mehrzylinderanordnung. Bei der Zwillingsmaschine arbeiten zwei nebeneinander gebaute Viertaktzylinder auf eine Pleuellage. Die Pleellen sind gleichläufig (Fig. 13), die Maschine hatte also bei jeder Umdrehung einen Kraft-
hub:

	Hub	Zylinder I	Zylinder II
1. Umdrehung	{	1	Ausdehnen
		2	Auspuff
2. Umdrehung	{	3	Ausdehnen
		4	Verdichten

Zu noch weiterem Ausgleich wurden auch Drillings-

motoren, Doppelzwillinge, sowie einfachwirkende Viertakt-Tandemaschinen (Reihenordnung der Zylinder) ausgeführt.

Nachdem durch Einführung der Doppelwirkung die Übelstände des ungleichmäßigen Ganges und der großen baulichen Abmessungen behoben wurden, verloren die Mehrzylinderformen für größere Leistungen ihre Bedeutung, zumal auch die damaligen Ausführungen zum Teil keine glückliche bauliche Durchbildung zeigten und die bequeme Zugänglichkeit erschwerten, die auch gerade ein Hauptvor-

teil des einfachwirkenden Viertaktmotors ist.

In jüngster Zeit bringt jedoch die Gasmotorenfabrik Deutz einen neuen

Doppelmotor auf den Markt, eine zur Zwillingmaschine vereinigte Form ihrer neuesten einfachwirkenden Viertakt-

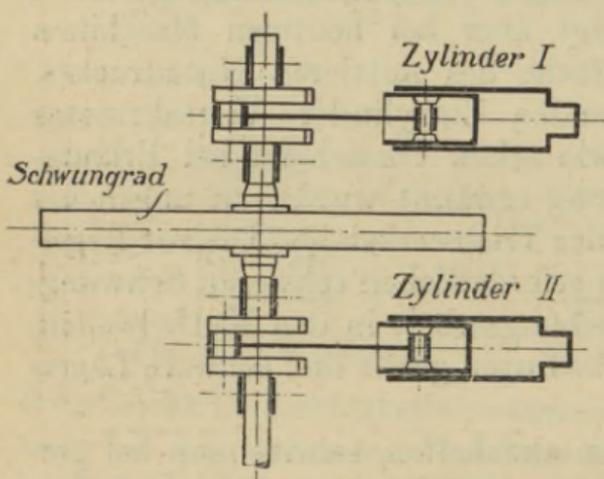


Fig. 13. Schema einer Viertakt-Zwillingmaschine mit gleichläufigen Kurbeln (frühere Bauart).

maschine. Ein Schaubild des Doppelmotors zeigt Fig. 14.

In einem gemeinsamen festen Rahmen, der als dreilageriger Lagerbock ausgebildet ist, ist ein Viertaktzylinderpaar dicht nebeneinander vereinigt, so daß die beiden Kurbeln der Motorachse nur um die Länge des mittleren Hauptlagers voneinander entfernt liegen. Die Steuerung ist für jeden Zylinder selbständig und in ganz gleicher Ausführung an der Außenseite angeordnet. Da kein Steuerungsteil der einen Seite von dem der andern abhängt, kann auch mit nur einer Maschinenhälfte gearbeitet werden.

Die Kurbelachsen der Doppelmotoren sind entweder, wie bei den heute verlassenen Ausführungsformen der früheren Jahre (Fig. 13), mit gleichgerichteten Kurbeln ausgeführt, wenn man einen besonders hohen Gleichförmigkeitsgrad erreichen will, oder sie sind gegeneinander um 180° versetzt (Fig. 14 und Fig. 15).

Die letztere heute fast stets angewendete Wellenkröpfung hat den großen Vorteil, daß sich auch ohne Anwendung von Kurbelgegengewichten die hin und her gehenden Massen ausgleichen, während sie sich bei gleichgerichteten Kurbeln

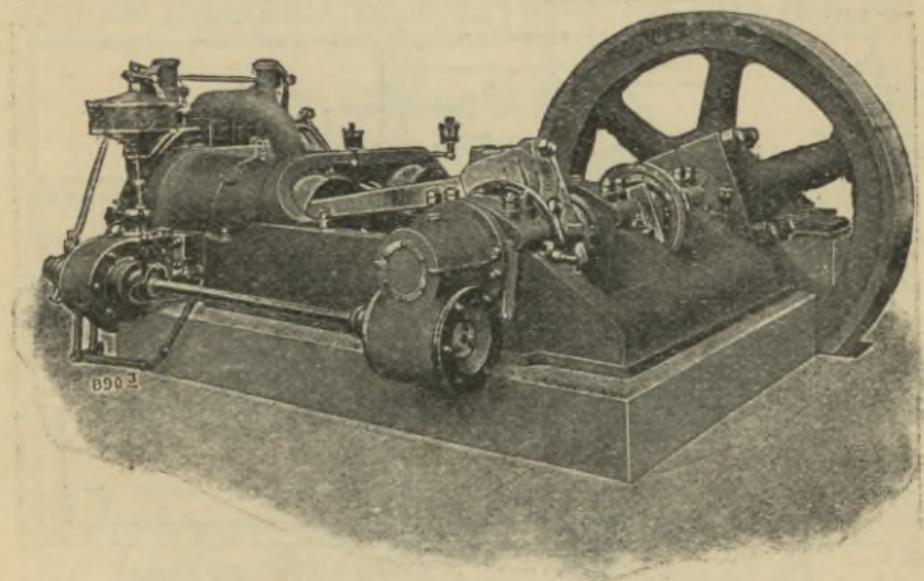


Fig. 14. Doppelmotor der Gasmotorenfabrik Deutz (einfachwirkende Viertaktbauart).

summieren. Es ergibt sich daraus ein besonders ruhiger erschütterungsfreier Gang.

Auf jede Schwungradumdrehung kommt auch hier ein Krafthub; allerdings folgen die Krafthübe im Gegensatz zu der Anordnung mit gleichläufigen Kurbeln unmittelbar aufeinander:

	Hub	Zylinder I	Zylinder II
1. Umdrehung	{ 1	Ansaugen	Verdichten
	{ 2	Verdichten	Ausdehnen
2. Umdrehung	{ 3	Ausdehnen	Auspuff
	{ 4	Auspuff	Ansaugen

Der zweizylindrige Doppelmotor wird von der Gasmotorenfabrik Deutz in Größen von 100 bis 450 PSe ausgeführt. Zur Erreichung noch größerer Leistungen und ganz besonders hoher Gleichförmigkeitsgrade (z. B. für Drehstromdynamomotorantrieb in Parallelschaltung) werden zwei Doppelmotoren zu einem vierzylindrigen Doppelmotorzwilling vereinigt, wie der Grundrißplan Fig. 15 erkennen läßt. Eine solche

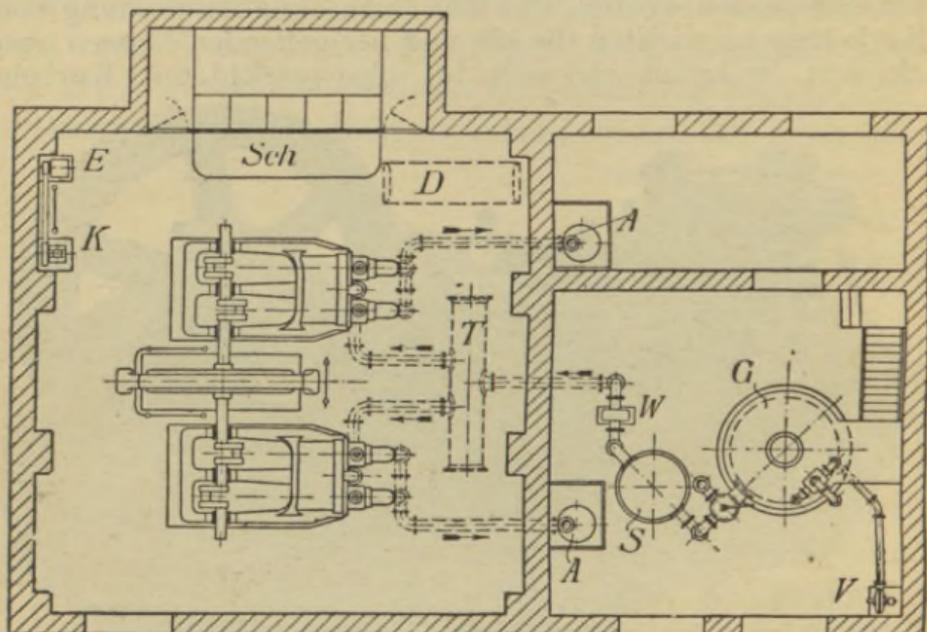


Fig. 15. Grundrißplan einer Doppelmotorzwilling-Anlage der Gasmotorenfabrik Deutz (Sauggasanlage).

G Generator (Gaserzeuger), *S* Skrubber (Gasreiniger), *W* Kondensator (Wasserabscheider), *T* Gastopf, *A* Auspuff, *V* Ventilator zum Anblasen des Generators, *D* Druckluftkessel zum Anlassen der Maschine, *E* Elektromotor zum Antrieb des Luftkompressors *K*, *Sch* Schalttafel.

Maschinenanlage führt zur Eintaktkraftwirkung, entsprechend der Wirkungsweise der einzylindrigen Dampfmaschine.

Fig. 15. Die vierkurbelige Maschinenachse trägt in der Mitte das Schwungrad oder die Antriebs-Seilscheibe oder, wie in unserm Bilde, den gleichzeitig als Schwungrad dienenden Rotor der Dynamomaschine

Im Nebenraum wird, etwa aus Anthrazit, in dem Generator das zum Betriebe der Maschine nötige Kraftgas er-

zeugt. Die Gesamtanlage ist eine sogenannte Sauggasanlage (siehe Seite 100).

Neben der heute erprobten doppeltwirkenden Viertaktmaschine ist durch diese Doppelmotorzwillingsanlagen auch wieder der einfachwirkende Viertaktmotor für größere Maschinenleistungen (etwa 350 bis 900 PS) gut verwendbar gemacht worden. Die Zulässigkeit hoher Umdrehungszahlen macht die Maschinenanlagen besonders geeignet für elektrischen Betrieb. Die Einfachheit der Viertaktwirkung, verhältnismäßig geringe Gewichte und geringer Raumbedarf sowie ein günstiger Preis sind Vorzüge der zwei- und vierzylindrigen Deutzer Doppelmotoren.

f) Kühleinrichtungen.

Zur Kühlung soll möglichst reines Frischwasser Verwendung finden, damit keine Kesselsteinablagerung auftritt. Zylinder und Zylinderkopf sowie nötigenfalls das Ausströmventil erhalten am besten getrennte Kühlung, so daß man die Temperatur eines jeden Teils unabhängig von dem andern regeln kann. Kühlung der Großgasmaschinen siehe S. 33 (Kreuzkopf und Kolben), und S. 110.

Bei einer Durchfluß-Ablaufkühlung, wie sie die Anlage Fig. 9 zeigt, sind etwa 20 bis 30 Liter Frischwasser für die PSe-std nötig. Das Wasser, das mit etwa 15 bis 20° C eintritt, soll den Motor nicht heißer als 60 bis 70° verlassen.

Steht Frischwasser nicht dauernd in hinreichender Menge zur Verfügung, so muß man eine Rückkühlung des heißen Wassers anwenden. Man erzielt diese bei kleineren Motoren, sehr einfach durch einen dauernden Wasserumlauf. Vom Boden eines hochaufgestellten Behälters, der für jede Motorpferdestärke etwa 1 cbm Wasser faßt, führt ein Röhrchen ab, das unten am Zylinder mündet. Das Ablaufröhrchen am oberen Zylinderrande wird dicht unter dem Oberwasserspiegel in den Behälter geleitet. Durch den Temperatur- bzw. Gewichtsunterschied der beiden Wassersäulen findet nun ein dauernder Umlauf zwischen Zylinder und Wasserbehälter statt, der bei größeren Anlagen zur Sicherheit noch durch eine kleine Kapselpumpe unterstützt werden kann.

Bei dieser Umlaufkühlung ist also nur das in dem offenen Gefäße verdunstete Wasser wieder zu ergänzen.

Die Rückkühlung des heißen Wassers kann auch durch Gradierwerke geschehen. Diese umfangreichen und teuren Kühlvorrichtungen finden bei größeren Anlagen Verwendung. Das heiße Wasser wird hochgepumpt, tritt oben durch eine Streudüse aus und kühlt sich herabrieselnd auf etwa 20° ab; mitunter verstärkt ein Ventilator den natürlichen Luftzug. Eine zweite Pumpe schafft das abgekühlte Wasser wieder zum Motor.

Auch Streudüsen und Kühlteiche werden zur Wasserkühlung benutzt.

Die einfachste Kühlmethode ist die Anwendung von Rippenkühlern, die allerdings nur bei luftig aufgestellten Kleinmotoren und bei sehr kleinen Fahrzeugmotoren ihren Zweck erfüllen. Man versieht die Außenseite des Zylinders mit einer Anzahl Rippen, um der vorbeistreichenden kühlenden Außenluft eine möglichst große Oberfläche darzubieten. (Siehe auch den Gnom-Flugzeugmotor Fig. 88.) Alle größeren Automotoren besitzen jedoch Wasserdurchflußkühlung und Rückkühlung des Wassers (Seite 85).

Siebenter Abschnitt.

Steuerung, Zündung und Regelung der Gasmaschinen.

Die bauliche Durchbildung dieser Hauptteile einer jeden Gasmaschine ist sehr verschieden, aber alle Ausführungen fußen auf gleichen Grundlagen, die bedingt werden durch die Arbeitsweise der Gasmaschine und die Eigenschaften der Gasgemische.

a) Die Steuerung.

Der früher beschriebene „ursprüngliche Otto“ besaß Schiebersteuerung für Gemischbildung, Eintritt des Gemisches und Zündung; ein gesteuertes Ventil regelte den

Auslaß. Solche Viertakt-Schiebermaschinen arbeiteten in kleineren Betrieben jahrelang zur Zufriedenheit.

Den neuzeitlichen Gasmaschinenbau beherrscht ausschließlich die Ventilsteuerung für den Eintritt und Austritt der Ladung.

In übersichtlicher Weise läßt Fig. 16 die schematische Anordnung der Steuerventile eines Viertakt-Gasmotors erkennen (siehe auch Tafel I).

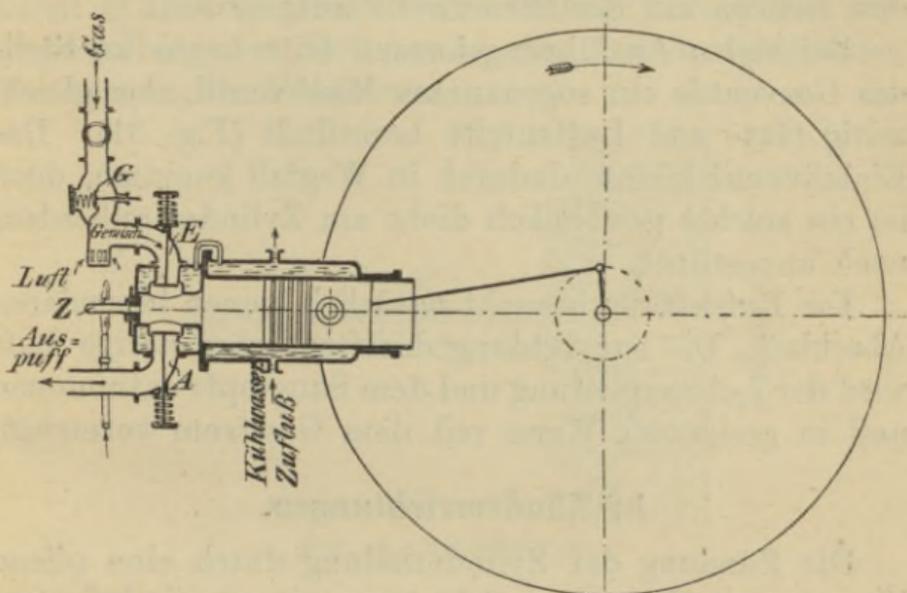


Fig. 16. Viertaktgasmotor. Steuerung.

G Gasventil, E Eintrittsventil, A Austrittsventil, Z Glühröhrchen.

Von der Kurbelwelle aus wird durch konische Räder oder besser durch die geräuschloser laufenden Schraubenträder die Steuerwelle im Übersetzungsverhältnis 2 : 1 angetrieben. Auf dieser sitzen Nocken, die im gegebenen Zeitpunkte die Ventile öffnen; kleine Röllchen vermindern die Reibung zwischen Nocken und Gleithebeln.

Einlaß- und Auslaßventil am Zylinderkopf öffnen sich nach innen, durch Eigengewicht und durch Federn

werden sie auf ihren Sitz gezogen, durch den Verdichtungs- und Verpuffungsdruck also dicht geschlossen. Das Einlaßventil könnte sich auch selbsttätig beim Saughube öffnen, das Auslaßventil hingegen muß immer zwangläufig gesteuert werden. Neben Ein- und Auslaßventil muß noch ein Gasventil vorhanden sein, damit die Gasleitung gegen die Luftleitung abgeschlossen bleibt. Nur während des Ansaughubes wird das Gasventil durch den Nocken auf der Steuerwelle aufgestoßen.

Bei vielen Ausführungsformen tritt heute an Stelle des Gasventils ein sogenanntes Mischventil, das gleichzeitig Gas- und Luftzutritt beeinflußt (Fig. 31). Das Einlaßventil könnte dadurch in Wegfall kommen, doch ist ein solches gewöhnlich dicht am Zylinder außerdem noch angeordnet.

Die Luftleitung braucht natürlich keinen besonderen Abschluß. Die zur Bildung des Gemisches nötige Luft wird der Luftsaugleitung und dem Saugtopfe entnommen und in geeigneter Weise mit dem Gasstrom vermengt.

b) Zündvorrichtungen.

Die Zündung der Zylinderladung durch eine offene Flamme mit Hilfe eines Schiebers, wie wir sie beim ursprünglichen Otto sehen, wurde bei den Ventilmotoren bald durch die einfachere Glührohrzündung ersetzt, die noch heute bei kleineren Maschinen gelegentlich ausgeführt wird. Im allgemeinen geschieht heute die Zündung des Gasluftgemisches durch elektrische Funken.

1. Glührohrzündung.

Das Verpuffungsgemisch kommt hierbei nicht mit der offenen Flamme in Berührung. Am Zylinderboden ist ein Röhrrchen *R* (Fig. 17) von 5 bis 10 mm Weite und

50 bis 80 mm Länge aus Porzellan, Platin oder Schmiedeeisen derartig dicht angeschlossen, daß der innere etwa 5 mm weite Kanal *K* dauernd mit dem Zylinderinnern in Verbindung steht. Durch einen Bunsenbrenner mit entleuchteter Heizflamme, die zum Schutz mit einem kleinen Schornstein umgeben ist, werden die Außenwänden des Röhrchens dauernd hoch erhitzt. Das angesaugte Gasgemisch wird beim Verdichtungshube in den Kanal *K* hineingedrückt und entzündet sich in der Totpunktstellung des Kolbens an den inneren glühenden Wänden des Röhrchens.

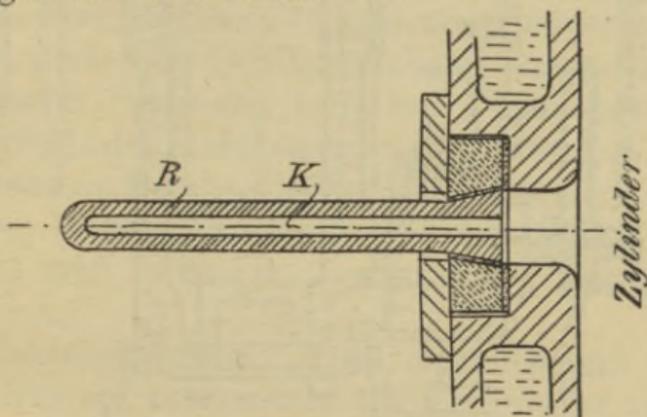


Fig. 17. Zündröhrchen.

Für größere Motoren hat man früher auch zur Erhöhung der Sicherheit gesteuerte Glührohrzünder angewendet, bei denen der Zündröhrchenkanal nicht dauernd mit dem Zylinderinnern in Verbindung steht; durch ein gesteuertes kleines Ventil wird die Verbindung erst im gegebenen Zeitpunkte hergestellt. (Ausführung von Gebr. Körting.)

Nicht beabsichtigte vorzeitige Zündungen, sogenannte Frühzündungen, sind im allgemeinen aber auch bei dauernd offenem Glühröhrchen nicht zu befürchten, weil nämlich bis zum Ende des Verdichtungshubes ein Strömen des Gasgemisches nach dem hinteren Ende des Röhrchens stattfindet, eine Flamme nach dem Zylinderraum sich also nicht entwickeln wird. Gerade in der Totpunktstellung hört

das Strömen auf, die Verdichtung des Gasgemisches und somit seine Zündfähigkeit ist am größten, die Zündung wird also in diesem Augenblicke stattfinden. Auch kann man durch Einstellen der Heizflamme die Glut des Röhrchens verändern und somit den Zündpunkt verlegen.

Die Gasleitung für den Brenner ist vor dem Druckregler und dem Gummibeutel abzuzweigen.

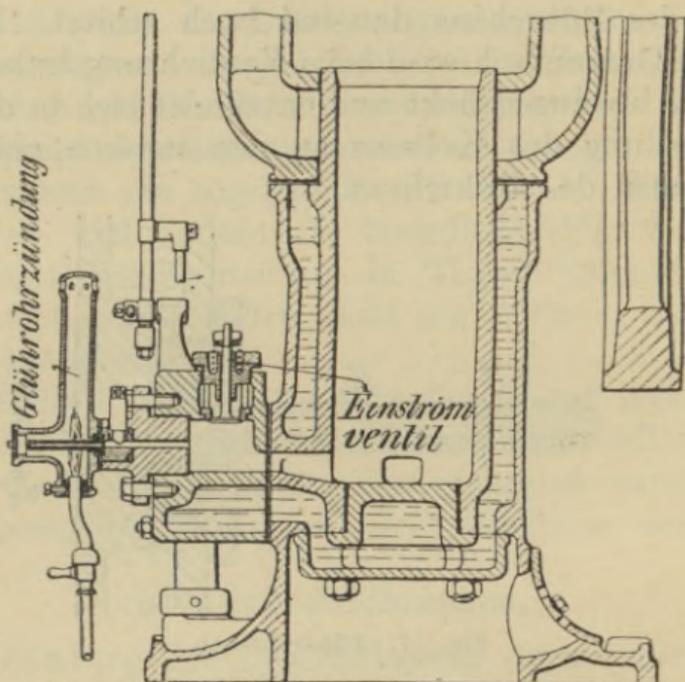


Fig. 18. Stehender Deutzer Gasmotor mit Glührohrzündung, Schnitt durch Zylinder (ältere Bauart).

Fig. 18 zeigt die Glührohrzündung an einem kleinen stehenden Deutzer Gasmotor älterer Bauart.

2. Elektrische Zündung.

Bei Benzinmotoren, wo die offen brennende Heizflamme Explosionsgefahr mit sich bringt, bei den Fahrzeugmotoren und allen größeren Gasmaschinen erwies

sich die Zündung durch elektrische Funken recht angebracht.

Zahlreiche verschiedene Zündmechanismen wurden erdacht, die in den Einzelheiten voneinander abweichen. Sie lassen sich sämtlich gruppieren in Abreiß- und in Lichtbogen- oder Kerzenzündungen.

Bei den ersteren werden zwei Kontakte im geeigneten Augenblick voneinander entfernt, in dem elektrischen Stromkreise entsteht der sogenannte Öffnungsfunken, der das Gemisch zur Entzündung bringt; bei der Kerzenzündung springt ein Funken zwischen zwei Elektroden über, die etwa $\frac{1}{2}$ mm voneinander entfernt angeordnet sind. Für Abreißzündungen kann man Strom von geringerer Spannung benutzen (Niederspannungszündapparate); die Lichtbogenzündung erfordert höhere Spannungen zum Durchschlagen der Entfernung zwischen den beiden Elektroden (Hochspannungszündapparate). Der Funke muß ja das stark verdichtete Ladegemisch durchdringen.

Der elektrische Strom kann einer Batterie galvanischer Elemente entnommen werden. Da er zur Bildung eines Zündfunkens zu schwach ist, wird er durch eine Induktionsspule mit Unterbrecher verstärkt; schon Lenoir wandte bei seiner Maschine eine solche Batteriezündung an (S. 18). Besonders bei kleineren Fahrzeugmotoren verwendet man oftmals Akkumulatorenbatterien als Stromquelle.

Die meist übliche Art der Stromerzeugung ist die mittels sogenannter Magnetapparate (Fig. 19—26).

Magnetelektrische Abreißzündung (Fig. 19 und 20).

Zwischen den Polschuhen eines starken Hufeisenstahlmagneten *M* ist ein I-Anker *A* aus weichem Eisen drehbar

gelagert. Auf der Ankerachse sitzt ein Hebel fest, an den die Zündstange *S* angreift; das Gabelende der Zündstange

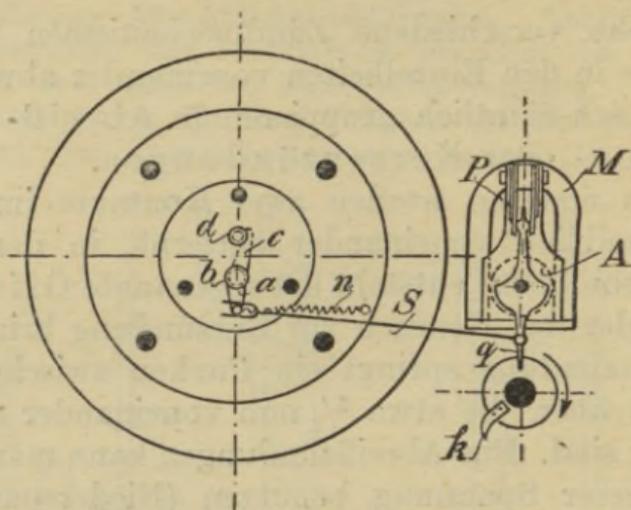


Fig. 19. Magnetelektrische Zündung.

leitet zu dem Winkelhebel *a b c* über, der drehbar im hinteren Zylinderende gelagert ist, während der Bolzen *d* im Zylinder

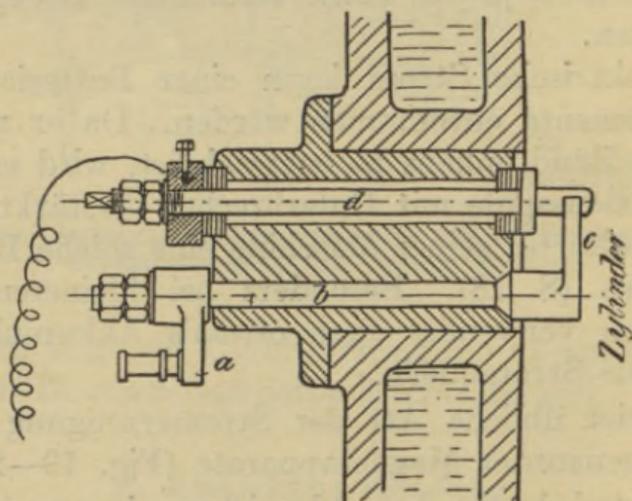


Fig. 20. Magnetelektrische Zündung.

festsetzt, durch Glimmer- oder Asbestscheiben (oder Specksteinkonen, Fig. 21) von dem Gußeisenkörper isoliert. Auf

der Steuerwelle sitzt ein Knaggen *k*, der bei jeder Umdrehung der Welle, also während je 2 Kurbelumdrehungen je einmal, die Spitze *q* des Ankerhebels ablenkt, den Anker *A* also aus seiner Mittellage dreht. Schnappt *k* von *q* ab, dann schnellt der Anker, durch starken Federzug, hier durch die Plattenfeder *P* gedreht, in seine Mittelstellung und Ruhelage zurück.

In der Kupferdrahtwicklung des Ankers entsteht bei der raschen Rückwärtsbewegung zwischen den Magnetpolen ein Induktionsstrom, der von einem isolierten Stift am Ende der Ankerachse abgenommen und durch eine isolierte Leitung zu dem isolierten Bolzen *d* geführt wird. Durch den an *d* anliegenden Hebel *a b c* und den leitenden Körper des Apparates ist ein geschlossener Stromkreis hergestellt. Der kaum entstandene Strom wird aber fast im selben Augenblick schon wieder unterbrochen, da der Gabelgrund der Zündstange *S* auf den Hebel *a* stößt und *c* von *d* losreißt.

Dadurch entsteht ein kräftiger Unterbrechungsfunken, der in der Totpunktstellung des Kolbens das verdichtete Ladungsgemisch entzündet. Eine Spiralfeder *n* bringt darauf sofort *c* wieder zum Anliegen an *d*.

Bei größeren Motoren sind häufig zur Sicherheit zwei derartige Zündvorrichtungen angebracht.

Einen magnetelektrischen Zündapparat von gleicher Wirkung zeigt Fig. 21 und 22, Schaubild Fig. 23. Der hier deutlich mit seiner Wicklung erkennbare I Anker wird nach Ablenkung um 30° aus seiner Mittellage bei diesem Apparat nicht durch eine Plattenfeder, sondern durch zwei kräftige Schraubenfedern in seine Mittellage rasch zurückgedreht.

Der Gabelgrund der Abstoßstange hat in der Ruhelage etwa 2 mm Abstand von dem Zäpfchen des Abreißhebels; die Zündung wird also erfolgen, wenn der Anker bei der Rückwärtsbewegung um einige Grad über die Ruhelage hinausgeilt ist. Diese Ankerstellung ist für die Zündung die günstigste.

Für kleinere Motoren, die 225 und mehr Zündungen in der Minute nötig haben, deren Umdrehungszahl also mindestens 450 beträgt, kann man den magnetelektrischen Apparat auch dauernd rotieren lassen. Die Ankergeschwindigkeit ist dann groß genug, um einen Strom, und bei Unterbrechung desselben, einen zündfähigen Funken zu erzeugen.

Der in der Wicklung erzeugte Strom ist am stärksten, wenn der Anker durch die senkrechte Stellung geht, er läßt bei der Weiterdrehung allmählich nach und erreicht sein Minimum in der wagerechten Ankerstellung; von hier nimmt

— Magnet — Apparat

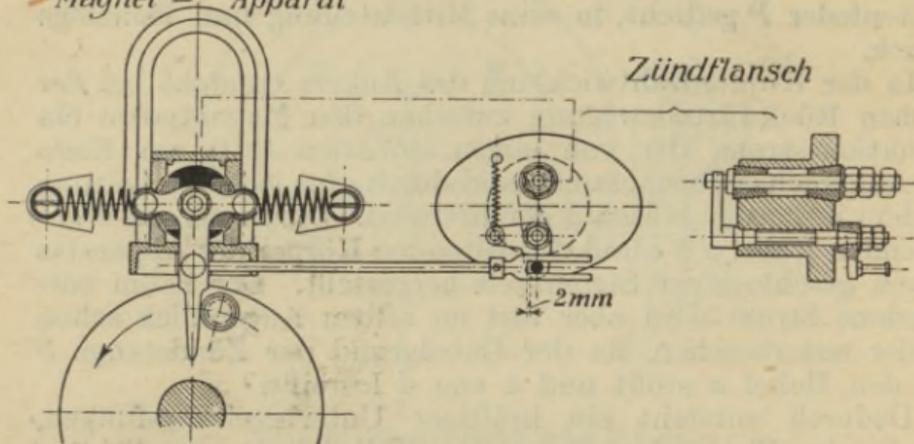


Fig. 21. Magnetelektrische Abreißzündung; Anker in Ruhestellung.

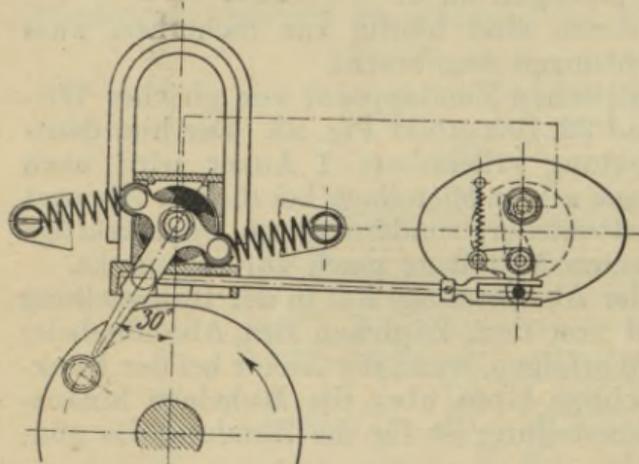


Fig. 22. Magnetelektrische Abreißzündung; Anker abgelenkt.

er, in umgekehrter Richtung fließend, wieder zu und erreicht abermals sein Maximum in der Ankersenkrechtstellung. Bei jeder Ankerumdrehung haben wir also zweimal ein Strommaximum. Der Stromunterbrechungsmechanismus wird bei rotierenden

Magnetapparaten

durch einen auf der Steuerwelle sitzenden Nocken angetrieben.

Die vorstehend beschriebenen Niederspannungszündapparate erzeugen, je nach der Größe, Stromspannungen von 80 bis 130 Volt.

Lichtbogenzündung (Kerzenzündung).

Hierzu braucht man Hochspannungszündapparate, die einen Strom von etwa 15 000 Volt Spannung erzeugen, um den Lichtbogen zwischen den Elektroden der Zündkerze entstehen zu lassen. Der in dem Magnetfelde des Stahlmagneten rotierende I-Anker hat hier zwei verschiedenartige Wicklungen; eine innere, primäre Wicklung mit wenigen Windungen dickeren Drahtes und darüber eine äußere, sekundäre Wicklung mit vielen Windungen dünneren Drahtes. Der in der primären Wicklung entstehende Niederspannungsstrom induziert in der sekundären Wicklung einen Hochspannungsstrom. Wird der primäre Strom im Augenblick seines Maximums durch einen hier nicht näher beschriebenen Mechanismus unterbrochen, dann wird die Spannung zwischen den Elektroden, die an die Enden der Hochspannungsleitung angeschlossen sind, noch besonders erhöht, es bildet sich der Lichtbogen zwischen den Elektroden, der die Ladung zündet.

Zündkerzen. Meist stehen sich, in einer handlichen Zündkerze vereinigt, die leicht durch Einschrauben von außen am Zylinder zu befestigen ist, zwei Platinelektroden im Abstände von $\frac{1}{2}$ bis 1 mm gegenüber.

Bei der Zündkerze der Apparatebauanstalt Fischer (Fig. 24 Längsschnitt, Fig. 25 Schaubild) wird die eine Elektrode durch die beiden Spitzen *b* gebildet, die hier aus Reinnickel bestehen; sie sind die Ausläufer des Stahlstiftes *a*, der in einer Porzellanisolation sitzt. An Stift *a* ist das eine Ende der Hochspannungsleitung angeschlossen. Die andere Elektrode ist der Rand der äußeren stählernen Kerzenhülse *c*, die leitend mit dem Maschinenkörper in Verbindung steht, zu dem das andere Ende der Hochspannungsleitung führt.

Die schematische Darstellung Fig. 26 zeigt einen neuen

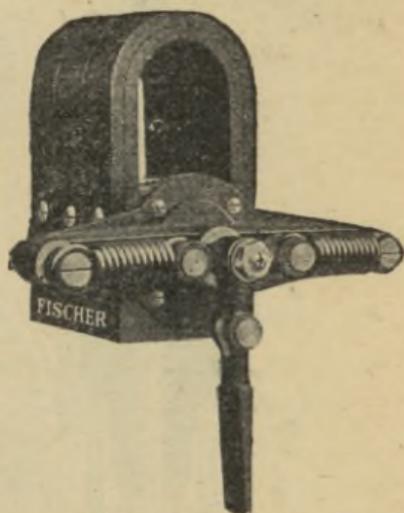


Fig. 23. Magnetelekt. Zündapparat

Zündapparat der Firma Neufeldt & Kuhnke in Kiel, der von der vorbeschriebenen Bauart wesentlich abweicht. Der Zünder liefert für jede Ladung gleich eine aufeinander folgende Reihe kräftiger Funken. Dadurch wird eine sichere lebhaftete Zündung erreicht, die die Motorleistung günstig beeinflusst.

Bei dem Apparat rotiert nicht der Anker zwischen den Magnetpolen, sondern im Innern eines ruhenden mit 40 Zähnen versehenen Ankers rotiert ein 40 poliger Magnet.

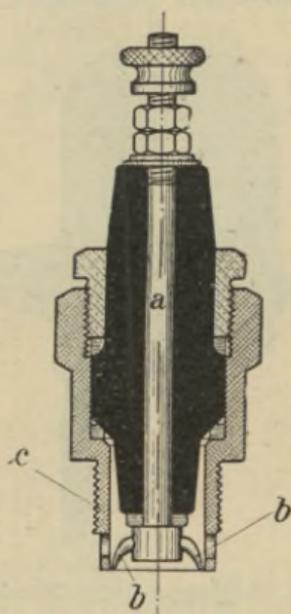


Fig. 24.

Fischer-Lichtbogen-Kerze.



Fig. 25.

20 Nordpole und 20 Südpole, zahnartig von 2 sich gegenüber stehenden Scheiben auslaufend, greifen abwechselnd ineinander.

Der Stromerzeuger gleicht also etwa einer in ihren Abmessungen ins Kleinste übertragenen großen Wechselstrom-Dynamomaschine.

Der in der Ankerwicklung erzeugte Strom wird in einem über dem Stromerzeuger gelagerten kleinen Hochspannungsumformer (Transformator) in Hochspannungswechselstrom von etwa 20 000 Volt umgewandelt, der zu den Zündkerzen

geleitet wird. Wir erkennen bei dem Transformator wieder die schon erwähnte primäre und sekundäre Spulenumwicklung. Eine Unterbrechung des Ankerstromes zur Erzielung der Hochspannung ist bei dem Zündapparat von Neufeldt & Kuhnke nicht notwendig.

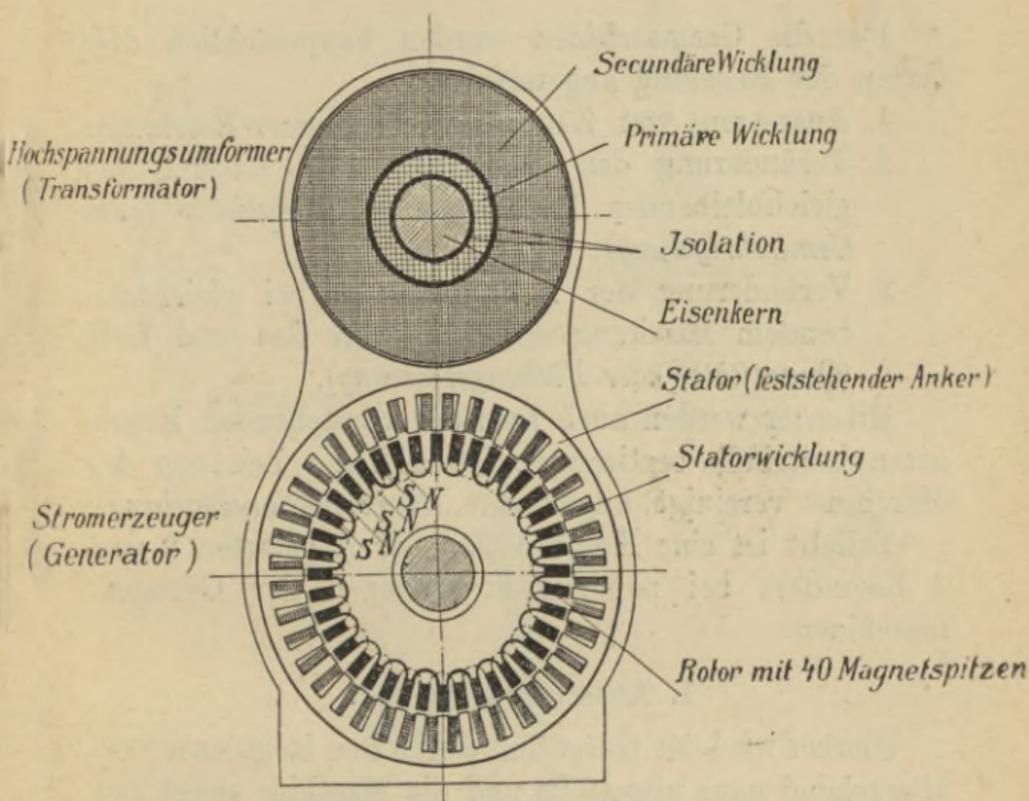


Fig. 26. Wechselstrom-Zündmagnet der Firma Neufeldt & Kuhnke, Kiel. Schematische Darstellung.

Der Magnet dreht sich mit der Geschwindigkeit der Motorwelle; bei jeder Umdrehung werden 40 Funken erzeugt, die natürlich nur dann zünden, wenn die zündfähige Ladung bereitsteht.

Mit diesem Zündapparat ausgerüstete Motoren lassen sich wegen der sofortigen energischen Zündung leicht ankurbeln; der Neufeldt & Kuhnke-Zündmagnet ist darum für Automobil- und Flugzeugmotoren besonders gut geeignet.

Einen hervorragenden Anteil an der ersten Einführung elektrischer Zündapparate in Deutschland hat die Firma Robert Bosch in Stuttgart, die aller Arten Zündapparate für Motoren baut.

c) Die Regelung.

Für die Gasmaschinen werden hauptsächlich drei Arten der Regelung angewendet:

1. Aussetzen von Zündungen (*Aussetzer-Regelung*);
2. Veränderung des Gasgehaltes der Ladung bei gleichbleibender Ladungsmenge (*Qualitäts- oder Gemischregelung*);
3. Veränderung der Ladungsmenge bei gleichbleibendem Mischungsverhältnis von Gas und Luft (*Quantitäts- oder Füllungsregelung*).

Mitunter werden auch zwei der vorstehenden Regelarten innerhalb bestimmter Grenzen der Leistung der Maschine vereinigt angewandt (*Kombinationsregelung*).

Beliebt ist eine Kombination der Regelarten 2 und 3 besonders bei neueren Steuerungen der Großgasmaschinen.

1. Aussetzer-Regelung.

Hierbei wird der Gaszufluß durch den Regulator vorübergehend ganz abgestellt und die Maschine saugt nur Luft an. Es erfolgt also keine Kraftwirkung auf den Kolben, denn die Verpuffung bleibt aus. In Fig. 27 ist die Aussetzerregelung schematisch dargestellt, wie sie schon der ursprüngliche Otto-Viertaktmotor aufwies und wie sie nach gleichem Grundsatz bis heute noch vielfach für kleinere Explosionsmotoren ausgeführt wird.

Auf der Steuerwelle *S* sitzt verschiebbar die Muffe *M*, die den Nocken *N* trägt. Bei normalem Gange der Maschine gleitet der Winkelhebel *g h* über den Nocken hinweg und das

federbelastete Gasventil G wird bei jeder Umdrehung der Steuerwelle gleichmäßig hoch geöffnet, so daß jedesmal die gleiche Gasmenge hindurchtreten kann. Die Steuerwelle setzt auch durch ein Kegelhäderpaar einen Schwungkugelregler in Umdrehung. Überschreitet die Kurbelwelle und

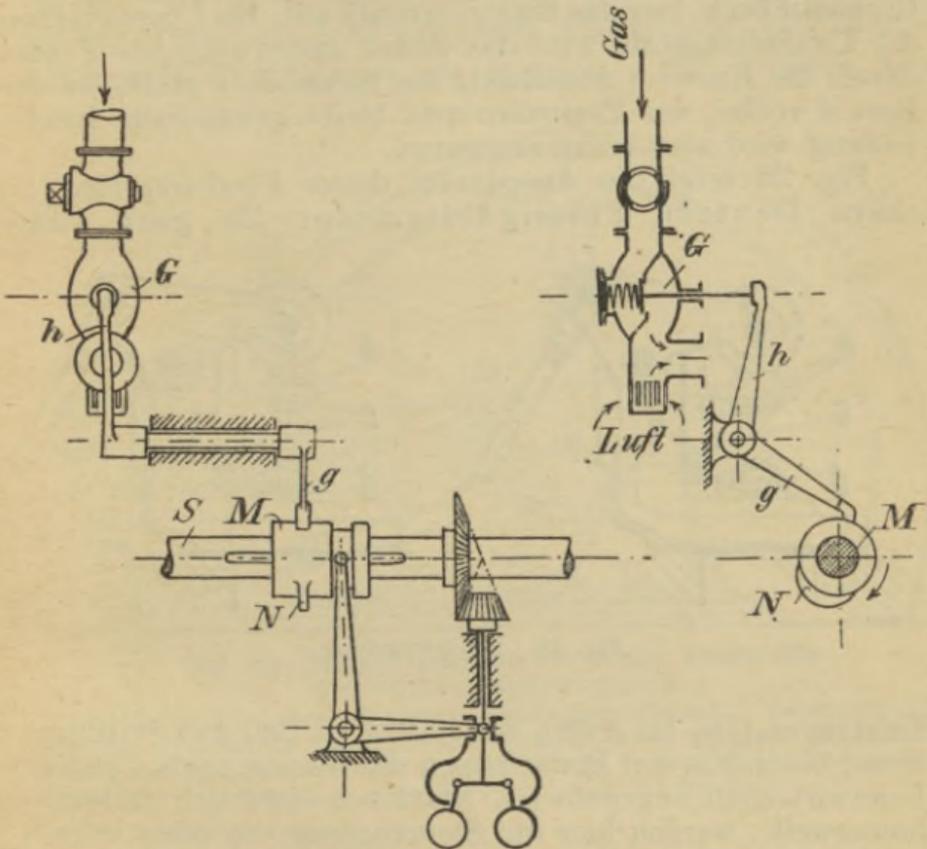
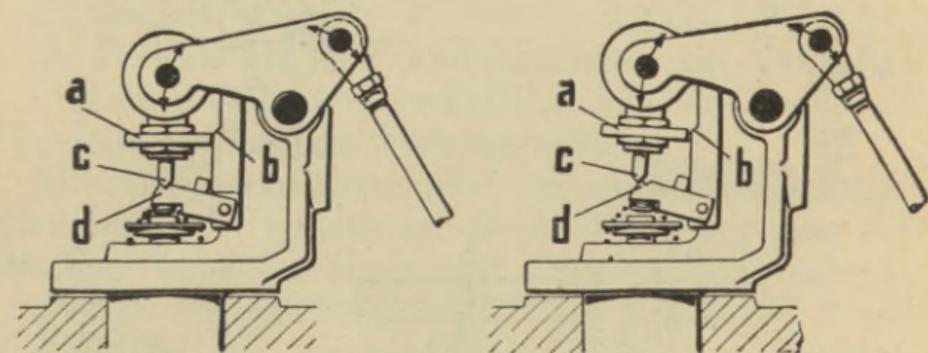


Fig. 27. Aussetzer-Regulierung.

somit auch die Steuerwelle die normale Umdrehungszahl, so wird durch die auseinanderschwingenden Kugeln die Hülse des Reglers gehoben und die Muffe im Bilde nach links verschoben. Jetzt gleitet der Finger g an dem Nocken N vorbei, das Gasventil wird nicht aufgestoßen, der Kolben saugt nur Luft an und ein Aussetzerhub findet an Stelle der Verpuffung statt. Bei normaler Belastung soll die Maschine nach etwa 10 bis 12 Krafthüben einmal aussetzen.

Eine andere bauliche Ausführung der Aussetzerregelung ist die bei kleinen Motoren beliebte Pendelregelung (Fig. 28). Ein Pendel *a*, dessen mathematische Länge einstellbar ist, erhält von der Steuerwelle aus einen Schwingungsanstoß. Bei normalem Lauf der Maschine trifft die Schneide *c* des Pendels beim Ansaughub in die Rast *d* und stößt das Gasventil bezw. hier das Einströmventil auf. Bei Überschreiten der Umdrehungszahl wird das weiter ausschwingende Pendel durch die Kurve *b* abgelenkt, die Schneide *c* stößt an der Rast *d* vorbei, das Einströmventil bleibt geschlossen, frische Ladung wird also nicht angesaugt.

Fig. 29 zeigt die Anordnung dieser Pendelregelung an einem Deutzer Flüssigkeitsmotor für ganz kleine



1742

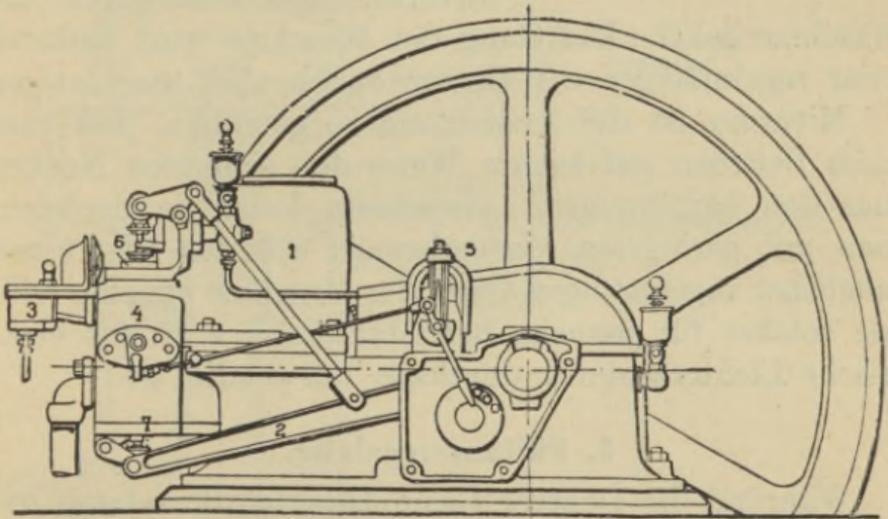
Fig. 28. Pendelregelung.

Leistungen ($1\frac{1}{2}$ bis 3 PS), der einfach in Bau und Wirkungsweise, besonders den Bedürfnissen des Kleingewerbes und der Landwirtschaft angepaßt ist. Statt von einer sich drehenden Steuerwelle, werden hier die Steuerorgane von einer schwingenden Exzenterstange betätigt. Bei Aussetzern bleibt, wie schon erwähnt, hier das Einströmventil, d. h. das Ventil, durch das das Brennstoffluftgemisch in den Zylinder tritt, überhaupt geschlossen; der ansaugende Kolben wird demnach bei einem solchen Hube eine Luftverdünnung im Zylinder erzeugen.

Der Motor besitzt eine sehr einfache sogenannte Verdampferkühlung; in dem Maße, wie das Kühlwasser in dem Behälter verdampft, wird es durch Nachfüllen von Frischwasser ersetzt.

2. Gemischregelung.

Die Regelung durch Aussetzer hat zwar den Vorteil des geringsten Gasverbrauches bei allen Belastungen der Maschine, die Zündung des stets günstigsten Gemisches erfolgt sicher, die Verbrennung ist eine vollständige; doch ist nur durch ein sehr schweres Schwungrad eine Regelmäßigkeit des Ganges zu erzielen. Für größere Lei-



1741

Fig. 29. Deutzer Gasmotor für flüssige Brennstoffe mit Pendel-Aussetzerregelung.

1 Zylinder mit darüber gelagertem Kühlwasserbehälter, 2 Exzenterstange; von der Kurbelwelle angetrieben, 3 Zerstäuber des flüssigen Brennstoffes (bei Leuchtgas Mischventil), 4 Zündflausch, 5 magnetelektrischer Zündapparat, 6 Einströmventil, 7 Ausströmventil.

stungen ist diese Regelart deshalb nicht mehr zweckmäßig.

Abhilfe schafft die Anwendung eines schrägen Nockens zur Betätigung des Gasventils, eine Gemischregelung. Der auf der Steuerwelle sitzende verschiebbare Nocken (Fig. 30) ist hier verbreitert und keilförmig gestaltet, so daß das Gasventil bei jeder Stellung der Muffe *M* verschieden hoch angehoben wird. Man erzielt

dadurch eine Veränderung des Gemisches, indem zu der stets gleichen Luftmenge eine kleinere oder größere Gasmenge angesaugt wird. Es findet somit immer bis zu

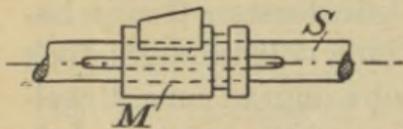


Fig. 30. Schräger Nocken.

gewissen Grenzen eine Zündung statt, allerdings wird diese immer träger und hört schließlich ganz auf, so daß manchmal unverbranntes Gas durch die

Maschine geht. Der Gang der Maschine wird dadurch zwar regelmäßiger, der Gasverbrauch aber ungünstiger.

Mitunter ist die Anordnung so getroffen, daß man nach Belieben auf leichte Weise den schmalen Nocken und den keilförmigen auswechseln kann, je nachdem man mit geringstem Gasverbrauch arbeiten oder einen möglichst regelmäßigen Gang der Maschine erzielen will, wie solcher für manche Betriebszwecke, z. B. für elektrische Lichterzeugung durchaus notwendig ist.

3. Füllungsregelung.

Während die Deutzer Gasmotorenfabrik anfangs die Aussetzerregelung durchbildete, führten Gebr. Körting das Mischventil in den Gasmaschinenbau ein (Fig. 31).

Bei diesem Ventile öffnen sich beim Saughube Luft- und Gaseintrittsöffnungen stets im gleichen Verhältnis, wie hoch sich auch das Ventil hebt. Das Gasgemisch bleibt stets das gleiche günstige. Dem Heizwerte der verschiedenartigen Betriebsgase entsprechend sind natürlich der Durchmesser des Ventiltellers und die Schlitze am Ventilkegel zu bemessen, um das für jede Gasart richtige Gemisch zu erzielen. Die Menge des Gemisches wird durch eine vom Schwungkugelregler beeinflusste Drosselklappe geregelt, die sich zwischen Mischventil und Eintrittsventil befindet. Der Regulator hat hier durch

Verstellung der Drosselklappe nur geringe Arbeit zu leisten.

Durch die Drosselung des Gemisches wird beim Ansaughebe ein Unterdruck im Zylinder erzeugt, der wieder eine geringere Verdichtung zur Folge hat, wodurch leicht Stöße im Triebwerk entstehen können; bei der

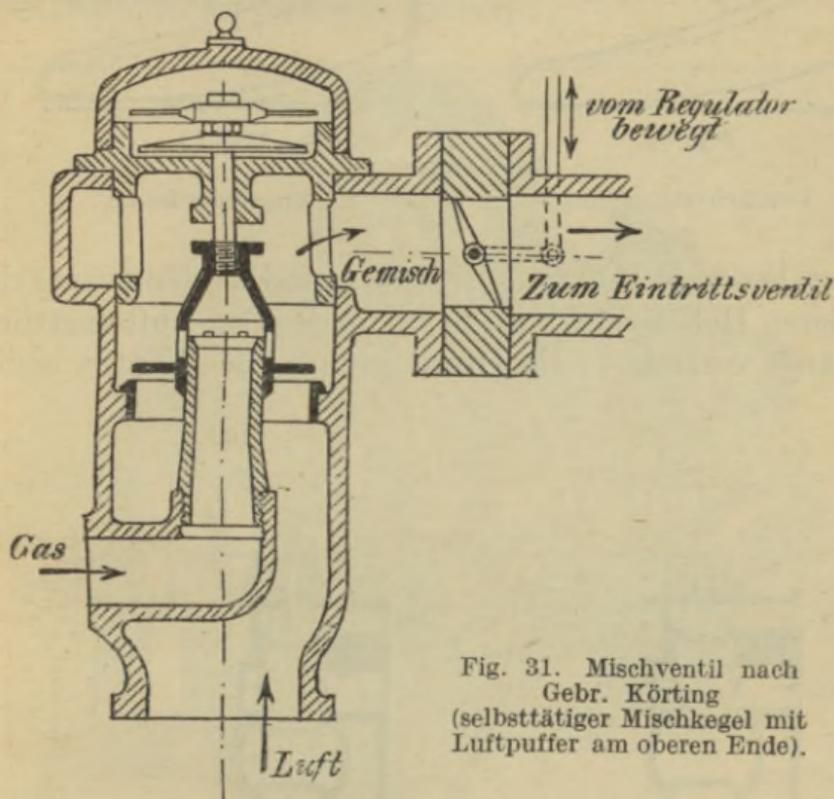


Fig. 31. Mischventil nach
Gehr. Körting
(selbsttätiger Mischkegel mit
Luftpuffer am oberen Ende).

Regelung durch Gemischveränderung ist dies nicht der Fall. Normale und Regulierdiagramme der Gemischregelung und Füllungsregelung zeigen Fig. 32 und 33.

Eine eigenartige Wirkungsweise des Regulators weist eine neuere patentierte Regelvorrichtung an größeren Deutzer Gasmaschinen auf (Fig. 34 und 35). Sie bezweckt das gleiche wie das vorstehende Mischventil. Ein

Federregulator bewegt den Hebel *h*, dessen unteres Ende ein Röllchen trägt, das den Stützpunkt des zweiarmigen bügelförmig gekrümmten Hebels *b* bildet. Durch die

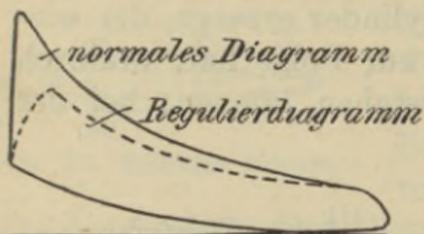


Fig. 32.

Gemischveränderung,

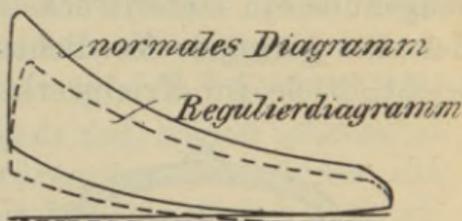


Fig. 33.

Füllungsveränderung.

Regelung durch

entstehende Verkürzung des einen und Verlängerung des anderen Hebelarmes wird der Hub des Gas-Lufteinströmorganes verändert; die Öffnungsdauer des Ventils bleibt

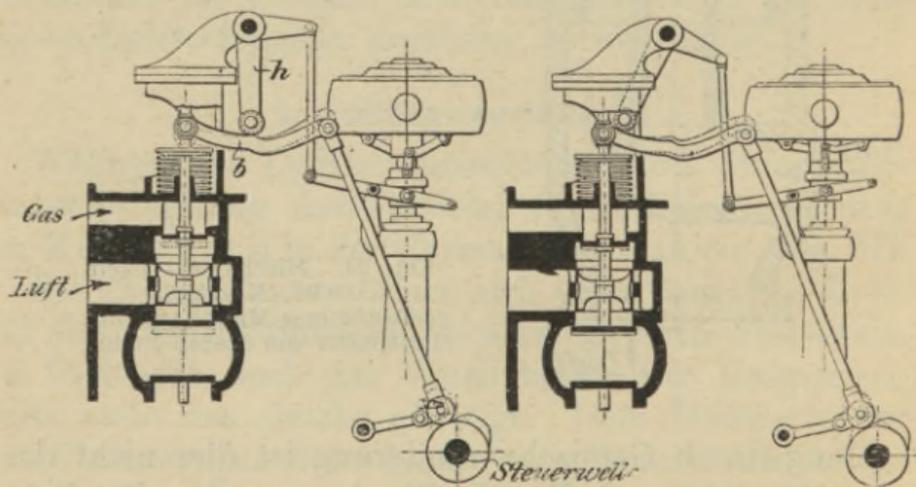


Fig. 34.

Fig. 35.

Neue Reguliervorrichtung der Gasmotorenfabrik Deutz.

stets dieselbe. Auch hier werden dadurch bei voller Belastung größere, bei abnehmender Belastung kleinere Füllungen eines Ladungsgemisches von stets gleichbleibender

Zusammensetzung angesaugt. (Fig. 34 größte Füllung, Fig. 35 kleinste Füllung.) Das Gemisch ist stets das für Zündung und Verbrennung günstigste. (Siehe auch Tafel I und Erläuterung S. 63.)

Der Regulator hat nur die sehr geringe Arbeit zu verrichten, den Drehpunkt des Hebels zu verlegen, der das entlastete Einströmorgan bewegt.

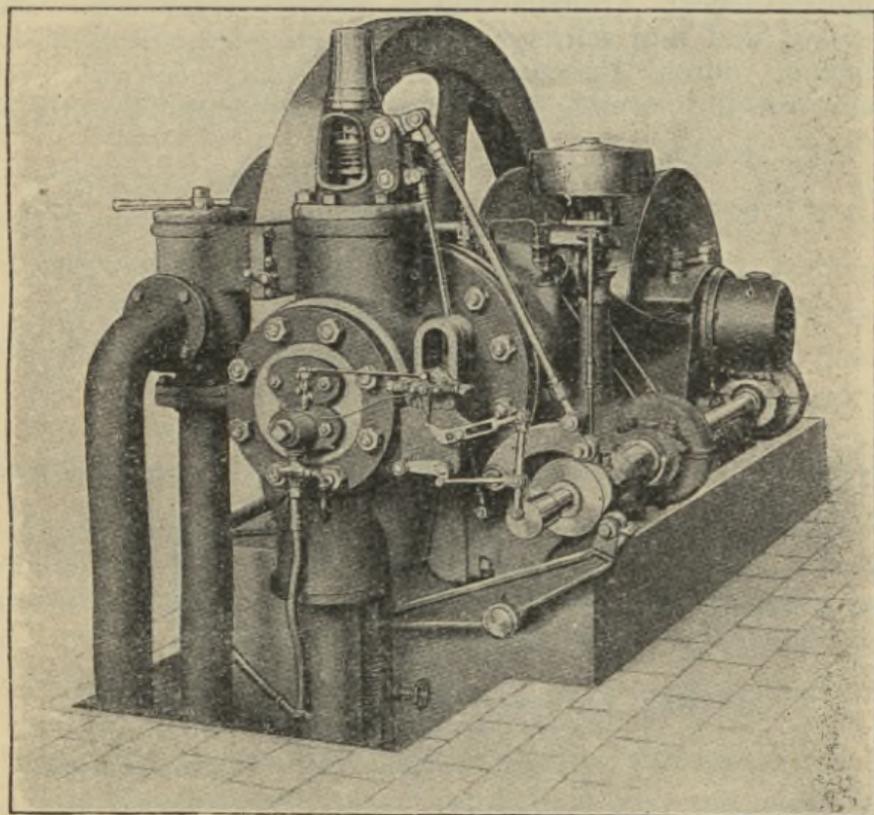


Fig. 36. Viertakt-Gasmaschine von Pokorny & Wittekind.

Beispiel einer *Kombinationsregelung*.

Die Firma Pokorny & Wittekind steuert und regelt den Eintritt und die Zusammensetzung des Ladegemisches bei den Gasmaschinen, die sie zum Antrieb ihrer Kompressoren und Gebläse baut, in folgender Weise: Zunächst

wird reine Luft, dann erst ein Gemisch von stets gleichmäßiger Zusammensetzung angesaugt. Bei abnehmender Belastung erfolgt die Zuströmung des günstigsten Gemisches erst später, während des letzten Teiles des Saughubes, so daß sich am Kolbenboden, der Belastung entsprechend, eine größere oder geringere Menge reiner Luft befindet, während sich das zündfähige Gemisch am Deckel um den Zünder herum lagert. Die Verdichtung bleibt also für alle Belastungen gleich und ebenso die Zusammensetzung des Zündgemisches; Frühzündungen werden vermieden. Für Leerlauf und sehr schwache Belastungen wird außerdem die Regelung durch Aussetzen von Zündungen bewirkt, weil dann das für normale Belastungen bemessene Schwungrad

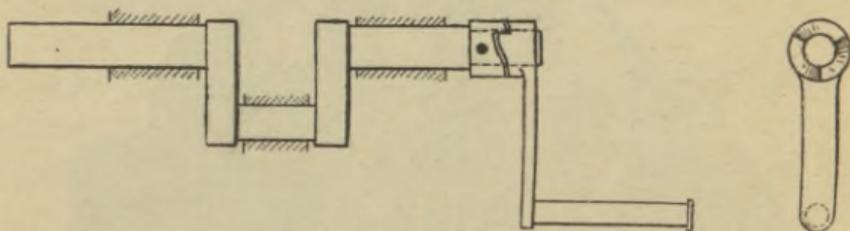


Fig. 37. Anlaßkurbel.

schwer genug ist, um den Gang der Maschine gleichmäßig zu erhalten.

Fig. 36 zeigt das Schaubild einer Gasmaschine der genannten Firma (Rückansicht gegen den Zylinder), das die Steuerung des Ein- und Auslaßventils sowie die Anordnung der magnetelektrischen Zündung erkennen läßt.

d) Das Anlassen der Gasmaschinen.

Ein Gasmotor läuft nicht von selbst an wie die Dampfmaschine, der vom Kessel der Dampf mit voller Betriebsspannung zuströmt, sobald man das Einströmventil öffnet. Die Gasmaschine bereitet sich das Kraftgemisch zum Betriebe während des Ganges erst selbst, die Anfangskraftquelle fehlt ihr.

Man muß daher die Kurbelwelle mechanisch andrehen oder dem Zylinder wenigstens für 1 bis 2 Kolbenhübe

den nötigen Kraftstoff zuführen. Ist dann das Schwungrad auf etwa $\frac{1}{5}$ seiner normalen Umlaufszahl gebracht, so arbeiten die Steuerungs- und Zündungsmechanismen von selbst weiter. Zur jeder Gasmotorenanlage gehört daher eine **Anlaßvorrichtung**.

Um die Anlaßwiderstände möglichst zu verringern, läßt man den Motor unbelastet anlaufen. Ein weiteres Hilfsmittel zur Erleichterung des Ingangsetzens ist das Herabmindern der Verdichtungsspannung auf 2 bis 3 at während der ersten Umdrehungen. Ein Anlaßnocken auf der Steuerwelle, der während des normalen Betriebes ausgeschaltet ist, hält während eines Teiles des Verdichtungshubes das Ausströmventil geöffnet; ein Teil der Zylinderladung wird durch das geöffnete Ventil hinausgeschoben, die Verdichtungsspannung sinkt herab, der das Andrehen erschwerende Widerstand vermindert sich also.

Durch Verlegung des Zündpunktes über die Totpunktstellung hinaus (Spätzündung) wird einer Rückzündung beim Ingangsetzen des Motors vorgebeugt, die eine plötzliche Bewegungsumkehr der Kurbelwelle veranlassen könnte.

Ganz kleine Motoren dreht man einfach am Schwungrade an. Bei größeren Maschinen ist dies, besonders für Ungeübte, mit Gefahr verbunden; man benutzt deshalb zum bequemeren Andrehen der Motoren die **Anlaßkurbel**, die auf die Kurbelwelle aufgesteckt wird (Fig. 37). Ist der Motor im Gang und beginnt sich schneller zu drehen als die Handkurbel, so rückt sich diese infolge der klauenartigen Verkupplung von selbst aus und kann leicht und gefahrlos abgezogen werden. Bei Motorleistungen von mehr als 10 PS ist jedoch auch diese Art der Andrehung von Hand zu beschwerlich und man verwendet andere *mechanische Andrehvorrichtungen*.

So kann bei großen Gasmaschinen ein besonderer Hilfsmotor das Andrehen besorgen, ein kleiner Gasmotor, eine kleine Wassersäulenmaschine oder Turbine, falls Druckwasser billig zur Verfügung steht.

Beliebt war früher auch die *Gemischanlassung*.

Die Kurbel wird hierbei um etwa 15° über den toten Punkt hinausgedreht, der Verbrennungsraum mit einem entzündbaren Gasluftgemisch gefüllt und dies durch Auslösung der Zündung zur Verpuffung gebracht. Die nächstfolgende Zündung besorgt die Steuerung des Motors selbst.

Das Anlaßgemisch wird meist während der letzten Verdichtungshübe beim Auslaufen des Motors in ein Aufnehmergefäß am Zylinder gepreßt, von wo es später beim Anlassen in den Laderaum gelangt. Auch ein Gemisch aus Benzindämpfen und Luft wird zum Anlassen benutzt, das bei entsprechender Kurbelstellung in den Zylinder gepumpt und elektrisch entzündet wird.

In den weitaus meisten Fällen erfolgt heute das Anlassen großer Gasmotoren mittels *Druckluft*, die einem Behälter von hinreichender Größe entnommen wird. Unter Benutzung einer Andrehvorrichtung wird der Motor in die Anlaßstellung gebracht und die Druckluft mittels eines von Hand betätigten oder vorübergehend mechanisch gesteuerten besonderen Anlaßventils einige Male hinter den Kolben des unbelasteten Motors geleitet; nach einigen Umläufen kommt der Motor in normalen Gang.

Die Druckluftspannung beträgt etwa 15 at; sie wird in dem Behälter durch eine Handdruckluftpumpe oder einen kleinen Kompressor erzeugt. Letzterer kann vom Gasmotor selbst oder durch eine besondere Kraftmaschine betrieben werden. Der Behälter muß groß

genug sein, so daß die Luftmenge und die nach jeder Zylinderfüllung abnehmende Spannung für mehrmaliges Ansetzen des Motors ausreicht, falls dieser beim ersten Male nicht gleich anspringen sollte.

Sehr einfach ist die *elektrische Anlassung*, wenn Gasmotoren zum Antrieb von Dynamomaschinen verwendet werden und Akkumulatorenbatterien vorhanden sind. Der aufgespeicherte Strom wird eine Zeitlang in die als Elektromotor geschaltete Dynamomaschine geleitet, die das Schwungrad des Gasmotors bald auf die nötige Umlaufzahl bringt.

e) Deutzer Kleinmotor für gasförmige Brennstoffe.

Tafel I, Schaubild dazu Fig. 10.

Nach eingehenderer Behandlung der allgemeinen Bauart und der Einzelmechanismen der Verpuffungsmotoren ist nun die Konstruktionszeichnung der Tafel leicht verständlich.

Der Motor wird in Größen von 6 bis 40 PS Leistung ausgeführt. Die Abbildung zeigt links oben eine Seitenansicht des Zylinderkopfes, daneben einen Querschnitt durch diesen, der das Einström- und Ausströmventil und den Zündflansch schneidet. Rechts sehen wir die auf Seite 58 näher beschriebene Steuerung der Füllungsregelung mit den beiden Lagen des Stützhebels bei Leerlauf und Höchstbelastung und unten den Präzisionsfederregulator und seinen Antrieb von der Steuerwelle (in Öl laufende Schraubenräder).

Das Einströmventil, das gleichzeitig Mischventil ist, trägt auf seiner Spindel das Gasventil, das mit dem Einströmventil gleichzeitig und gleich hoch gehoben wird. Das Gasventil ist kleiner als das Einströmventil; bei gleichem Hube beider Ventile gelangt somit immer ein Gasgemisch von gleicher günstigster Zusammensetzung in den Zylinder. Der Anker des magnetelektrischen Zündapparates wird hierdurch einen Mitnehmer aus seiner Ruhelage abgelenkt, der auf dem von der Steuerwelle bewegten Gestänge sitzt.

Der untere Längsschnitt durch Zylinder und Ventile läßt die bequeme Zugänglichkeit des Explosionsraumes nach Abheben des Einströmventilgehäuses und Herausnahme des Kolbens übersehen, die für eine innere Untersuchung und Reinigung der Maschine von Vorteil ist. Das Kühlwasser tritt unten, nahe am Austrittsventil ein, umströmt die Ventile im Zylinderkopf und den Zylinder und tritt oben am Zylindermantel aus.

Die Länge der Treibstange kann durch ein auswechselbares Zwischenstück leicht verändert werden. Durch tieferen oder geringeren Kolbeneinschub wird somit, dem jeweiligen Brennstoff entsprechend, eine höhere oder geringere Verdichtung der Ladung erzeugt. Nach Anbringung einer sogenannten Zerstäubungsvorrichtung kann man die Maschine dann auch für den Betrieb mit flüssigen Brennstoffen einrichten.

Für den Betrieb mit Leuchtgas und Sauggas wird ein hohes Zwischenstück in die Kurbelstange eingefügt, um eine Verdichtung der Ladung auf 10—11 at zu erzielen. Der Betrieb mit Benzol, Spiritus, Autin und Naphthalin erfordert eine Verdichtung von 8—10 at; man benutzt ein niedriges Zwischenstück. Der Betrieb mit Benzin und Petroleum läßt nur eine Verdichtung von 4—5 at zu; die Zwischenlage an der Kurbelstange fällt hierbei ganz fort.

Achter Abschnitt.

Explosionsmotoren für flüssige Brennstoffe.

Um Gasmaschinen unabhängig von den großen Leuchtgaszentralen betreiben zu können, strebte man bald im Anfang danach, das nötige Betriebsgas durch Vergasung flüssiger Brennstoffe zu gewinnen. So entstanden beinahe gleichzeitig mit den ersten Leuchtgasmotoren die ersten Ölmotoren.

Der flüssige Brennstoff kann leicht überall hingschafft werden, wo ihn nicht etwa die Natur schon in reichlicher Menge bietet, wie z. B. in den russischen Ölländern und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Einige Brennöle entwickeln schon ganz von selbst durch Verdunstung brennbare Gase, bei anderen wird das Öl durch Erhitzung in Gas verwandelt, oder durch feine Zerstäubung in eine explosible Nebelform gebracht. Mit Luft vermischt, werden die Ölgase oder Nebel in gleicher Weise zum Betriebe der Verpuffungsmotoren verwendet wie das Leuchtgas.

Besonders gut eignen sich zur Vergasung die Destillate des brennbaren Stein- oder Erdöls und unter den vielen Sorten hauptsächlich Benzin und Petroleum. Aber auch das aus Steinkohlenteeröl gewonnene Benzol und ähnliche Destillate sowie ebenfalls Spiritus bilden heute den Betriebsstoff der Explosions-Kleinmotoren.

Im Dieselmotor allein, der aber nicht zu den Explosionsmotoren zu rechnen ist, kann man alle Arten flüssiger Brennstoffe, auch die wohlfeilsten, für den Betrieb der Verpuffungsmotoren gänzlich unbrauchbaren Öle, gut verwenden. (Siehe Teil II.)

a) Das rohe Erdöl und seine Destillate.

Die ölfreichsten Länder der Erde sind Rußland (Baku), Nordamerika (Pennsylvanien und Kanada), Galizien und Rumänien. Dort wird das Rohöl, Naphtha oder Rohnaphtha als eine meist dunkelgrüne, mehr oder weniger dickflüssige Masse gewonnen. Es sprudelt aus Bohrlöchern von selbst aus der Erde hervor, besonders in der ersten Ausbeutezeit, oder wird durch Pumpen zutage gefördert.

Neben mancherlei verunreinigenden Beimengungen besteht das Rohöl etwa aus 80% Kohlenstoff und 10% Wasserstoff und 4% Sauerstoff, hat einen Flammpunkt von ungefähr 30° und ein Gewicht von 800 bis 900 kg/cbm.

Das Erdöl war den Menschen schon seit den ältesten Zeiten bekannt, da es an verschiedenen Stellen von selbst aus der Erde hervorquillt und auf dem Wasser schwimmend vorgefunden wird. Ganz Sicheres weiß man über seine Entstehung nicht. Einige Chemiker nehmen eine Entstehung aus *unorganischen Stoffen*, z. B. Eisenkarbiden, unter Einwirkung des Wassers in großen Tiefen unserer Erdkruste an. Allgemeiner ist die Annahme einer geologischen Entstehung aus *organischen Stoffen*. Hiernach ist das Erdöl aus den Fettstoffen untergegangener tierischer und pflanzlicher Lebewesen entstanden, nachdem sich deren übrige organische Bestandteile durch Fäulnis und Verwesung zersetzt hatten.

Eine planmäßige Gewinnung des rohen Erdöls begann im Jahre 1854 in den Vereinigten Staaten von Nordamerika (Pittsburg in Pennsylvanien). Durch Raffinieren des Naturproduktes gewann man hier zum erstenmal das Petroleum, das als neues *Leuchtöl* von Pittsburg aus seine Weltverbreitung fand.

Aus dem bei Baku in Rußland geförderten Erdöl ließ sich weniger gut Leuchtöl gewinnen, doch gelang es 1865 den Rohstoff fein zerstäubt und mit einem Dampfstrahl vermischt zur Heizung von Kesseln und damit zur Krafterzeugung zu verwenden.

Erdöle der letzteren Art pflegt man als *Schweröle*, solche mit Eigenschaften der bei Pittsburg gewonnenen als *Leichtöle* zu bezeichnen.

Auch *Deutschland* besitzt einige *Ölgegenden*: in *Elsaß* (bei *Pechelbronn*); in *Oberbayern* am *Tegernsee* (bei *Wiessee*) — schon bereits im 15. Jahrhundert waren die Ölquellen des Klosters Tegernsee bekannt —; in der *Provinz Hannover*, in der Gegend von *Celle* und *Wietze* hat man in jüngerer Zeit Erdölquellen erbohrt und gewinnt eine Art Schweröl.

Die Destillation des rohen Erdöls geht in der Weise vor sich, daß ähnlich wie bei der Leuchtgasgewinnung die Steinkohlen in Retorten, hier das Rohöl in geschlossenen Gefäßen, den sogenannten Destillierblasen, erhitzt wird, bis es verdampft. Die abziehenden Dämpfe werden durch Röhren geleitet, die außen stark gekühlt sind, so daß sich in ihnen der Öldampf zu Flüssigkeiten verdichtet. Die leicht flüssigen Bestandteile werden zuerst

verdampfen und ihr Kondensat wird andere Eigenschaften haben als das Kondensat der später, bei höheren Temperaturen übergehenden Kohlenwasserstoffe. Deshalb werden die Flüssigkeiten in bestimmten Temperaturgrenzen zwischen 80 bis 300° gesondert aufgefangen und verschieden benannt. Nach dem Ausscheiden der Destillate bleibt ein dickflüssiger Naphtharückstand (Masut) übrig, der sich, wie das dickflüssige Rohöl selbst, noch zur Verbrennung im Dieselmotor eignet.

Die wichtigsten Erdöldestillate sind neben vielen Zwischenstufen mit feineren Unterschieden die folgenden:

a) *Flüchtige Öle.*

Benzin, Ligroin

Gewicht 670 bis 720 kg/cbm

Flammpunkt unter 21°

} Übergangstemperatur
70 bis 150°

b) *Leuchtöle.*

Kaiseröl, amerikanisch. Leuchtöl, russisches Leuchtöl

Gewicht 780 bis 850 kg/cbm

Flammpunkt 21 bis 70°

} Übergangstemperatur
150 bis 300°

c) *Schweröle.*

Solaröle, Gasöl, Zylinderschmieröle, Paraffinöl

Gewicht 850 bis 900 kg/cbm

Flammpunkt 90 bis 300°

d) *Rückstände.*

Masut oder Goudron.

Der Heizwert des Rohnaphthas und seiner Destillate bewegt sich zwischen 9500 bis 11 500 WE/kg.

Da die Zusammensetzung der Destillate nur unerheblich von einander abweicht, so ist der zur Verbrennung nötige Luftbedarf für alle Ölarten gleich groß; er beträgt etwa 15 kg, bzw. 11,5 cbm auf ein kg Öldampf. Dies entspricht etwa einem Raumverhältnis

$$\frac{\text{Öldampf}}{\text{Verbrennungsluft}} = \frac{1}{30}$$

b) Andere flüssige Brennstoffe für Motorenbetrieb.

Außer den Erdöldestillaten Benzin und Petroleum sind noch verschiedene andere flüssige Brennstoffe zum Betriebe von Verpuffungsmotoren verwendbar, die weniger feuergefährlich und im Betriebe billiger sind. Vor allem eine Reihe von Kohlenwasserstoffen, verschieden benannte leichtere und schwerere Brennöle, die durch Destillation aus dem Steinkohlenteeröl gewonnen werden, einem Nebenprodukt der Gasfabrikation.

Das *Benzol* (C_6H_6) destilliert als eine wasserhelle Flüssigkeit aus dem Steinkohlenteeröl. Gewicht 866 kg/cbm, Heizwert 9500 WE/kg.

Das *Ergin*, ein ähnliches hochsiedendes Produkt der Teeröldestillation, etwa 10 000 WE.

Das *Naphthalin* kommt in fester Form in den Handel und muß für Motorenbetriebszwecke erst verflüssigt werden. Heizwert 9600 WE/kg.

Das *Autin* (Handelsbezeichnung), das nach Abscheidung der wertvolleren Stoffe übrigbleibende Restprodukt der Destillation.

Neben den vorstehenden Teerölprodukten wird auch der *Spiritus* zum Motorenbetrieb benutzt. Alkohol (C_2H_6O) entsteht durch Gärung des Traubenzuckers aus Kartoffeln und Getreide. Gewicht 795 kg/cbm, Heizwert etwa 7000 WE/kg.

Der reine Alkohol wird mit Wasser verdünnt unter der Bezeichnung *Spiritus* in den Handel gebracht; sein Gewicht wird dann natürlich größer, sein Heizwert der Verdünnung entsprechend geringer¹⁾. Da der Alkohol bei 80°, das Wasser bei 100° verdampft, genügen für Spiritusmotorenbetrieb niedrige Verdampfertemperaturen.

¹⁾ Spiritus 90 raumprozentig, Gewicht bei 15° Celsius 834 kg/cbm, Heizwert ca. 5500 WE/kg.

ren. Der Wassergehalt ermöglicht auch eine hohe Verdichtung des Ladungsgemisches auf 10 bis 12 at, ohne daß vorzeitig eine Selbstzündung eintritt, da die entstehende Verdichtungswärme zunächst für die Verdampfung des Wassers aufgewandt wird. Durch die hierdurch erzielte gute Wärmeausnutzung wird der geringe Heizwert des Spiritus einigermaßen ausgeglichen.

Zur Aufbesserung des Heizwertes und zur Verbilligung des Betriebes vermischt man den Spiritus mitunter mit 10 bis 30% Benzol (*Mischspiritus*, *Benzolspiritus*).

Für motorische Betriebszwecke kommt der Spiritus denaturiert, für Genußzwecke unbrauchbar gemacht, besonders preiswert in den Handel.

Naturgemäß haben die landwirtschaftlichen Kreise das höchste Interesse an möglicher Verbreitung des Spiritusmotorenbetriebes, da ihnen ein hoher Alkoholumsatz zugute kommt. Gleichfalls benutzt die Landwirtschaft den Spiritus vorteilhaft für ihre eigenen Kraftbetriebe. *Spirituslokomobilen*, die natürlich wie ortsfeste Motoren auch mit anderen Brennölen betrieben werden können, treiben Dreschmaschinen, Schrotmühlen, Futterschneidemaschinen u. dgl. an. Auf einem Wagengestell ist dicht eingekapselt, damit die Maschinenteile vor Staub und Feuchtigkeit geschützt sind, ein Ölmotor untergebracht. Ein mit dem Motor verbundener Spiritusbehälter kann etwa den Tagesbedarf an Brennstoff fassen.

Alle flüssigen Brennstoffe werden zunächst möglichst fein zerstäubt und gelangen so, mit dem Luftstrom vermischt, zur Verbrennung in den Zylinder. Die Ladungen lassen nur bestimmte höchste Verdichtungen zu; bei der Überschreitung dieser Verdichtung würde sich das Gemisch durch die entstehende Verdichtungswärme vorzeitig von selbst entzünden. (Siehe Veränderung der Länge der Pleuellstange, S. 64.)

Bei allen schwer flüchtigen Brennölen ist der Motor beim Anlassen zunächst mit Benzin zu betreiben.

e) Bauart und Betrieb der Flüssigkeitsmotoren.

1. Der Benzinmotor.

Benzin und Ligroin verdunsten schon bei Luftwärme; es genügt deshalb, Luft durch Benzin zu leiten oder dasselbe im Luftstrom zu zerstäuben, um ein Motorenbetriebsgas zu erhalten. Die Benzinmotoren sind daher mit einem sogenannten Verdunstungskarburator oder einem Einspritzkarburator ausgerüstet. Selten nur verwendet man heute noch als Gaserzeuger getrennt von der Maschine aufgestellte Verdunstungskarburatoren, alle neueren Motoren haben mit dem Motor vereinigte sogenannte Zerstäuber, Einspritzkarburatoren.

Einen Benzingaserzeuger jener älteren Bauart zeigt Fig. 38. Verdunstungskarburator der Gasmotorenfabrik Deutz, Ausführungsform früherer Jahre.

In dem allseitig dicht verschlossenen Gefäß *a* befindet sich das Benzin. Bei jedem Saughube des Kolbens wird die Luft durch das Rohr *b*, das am Kopfe mit einem Siebfilter versehen und unten brausenartig erweitert ist, hindurchgesaugt. Die Luftbläschen steigen in dem Benzin empor, sättigen sich mit Benzindämpfen und gelangen durch den Kiestopf *d* und das Rückschlagventil *e* nach dem Motor, nachdem diese Gasluft noch durch Zusatzluft auf das normale Mischungsverhältnis gebracht ist. Rückschlagventil und Kiestopf verhindern ein Zurückschlagen der Flamme. Der Schwimmer *f* läßt den Benzinstand im Innern des Gefäßes erkennen.

Die Gasentwicklung wird noch dadurch beschleunigt, daß das abfließende Kühlwasser des Motors um den Mantelring *g* des Gefäßes geleitet wird. Im Winter füllt man zu Anfang des Betriebes diesen Mantel mit heißem Wasser, damit die Vergasung zunächst eingeleitet wird. Außerdem kann man den doppelten Boden *h* des Gefäßes noch durch die

heißen Abgase des Motors erwärmen, die durch entsprechende Einstellung eines Dreiweghahnes ganz oder teilweise in der angedeuteten Pfeilrichtung um die Mittelzunge herumgeleitet werden können. In der punktierten Hahnstellung ist die Heizung des Bodens abgestellt.

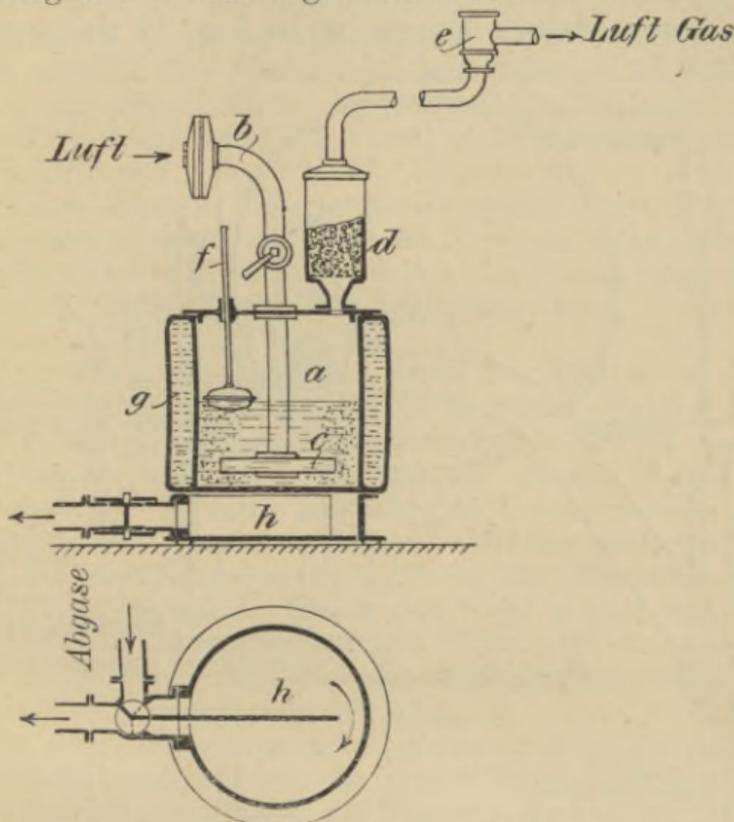


Fig. 38. Benzingaserzeuger (Verdunstungskarburator) der Gasmotorenfabrik Deutz (ältere Ausführung).

Da die Destillation des Benzins in Temperaturgrenzen von 70 bis 100° vor sich geht, so werden in dem vollen Karburatorgefäß die leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffe zuerst verdampfen, und reichgeschwängert wird die Gasluft dem Motor zufließen. Nimmt der Benzinvorrat im Gefäß ab, so werden zuletzt die schwerer verdunstenden Kohlenwasserstoffe übrigbleiben, das Ladungsgemisch wird dadurch ärmer. Eine stets gleichmäßige Zusammensetzung des Verpuffungsgemisches und somit eine Regelmäßigkeit des Motorganges

wird hierbei nicht zu erzielen sein. Der Verdunstungskarburator hat den Vorzug der Einfachheit, er besitzt keinerlei verwickelte Einzelteile und ist trotz des erwähnten Übelsandes noch gelegentlich in Gebrauch.

Ein neuerer Einspritzkarburator (Benzinzerstäuber) der Gasmotorenfabrik Deutz ist in Fig. 39 dargestellt.

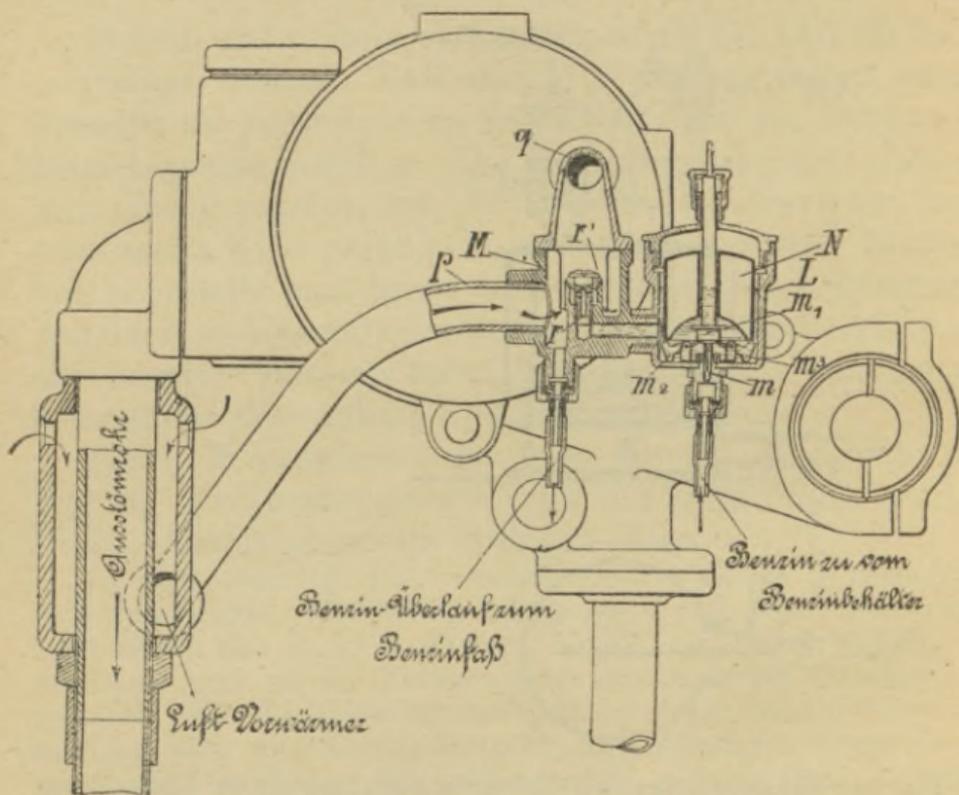


Fig. 39. Benzingaserzeuger (Einspritzkarburator) der Gasmotorenfabrik Deutz.

Er dient dazu, den Brennstoff — Benzin sowohl wie die anderen flüssigen Motorenbrennstoffe — in feinen Strahlen mit der Luft innig zu vermischen. Wird er an die Stelle des Gashahnes vor den Leuchtgasmotor geschaltet, so kann dieser nach entsprechender Änderung der Verdichtung der Ladung (Änderung des Kolbenein-

einschubes, S. 64) ohne weiteres in einen Flüssigkeitsmotor umgewandelt werden.

Der Brennstoffzerstäuber besteht aus dem Schwimmerbehälter L und dem Zerstäubergehäuse M . Der Schwimmer N erhält das durch das feine Nadelventil m eintretende Benzin im Behälter L immer auf gleicher Höhe. Ein Gewicht m_1 sucht nämlich das Nadelventil beständig zu schließen, zwei hebelartig ausgebildete Gegengewichte m_2 wirken aber umgekehrt und suchen das Ventil zu öffnen, solange sie durch den Schwimmer belastet sind. Es wird also so lange Benzin zuströmen können, bis der aufsteigende Benzinspiegel den Schwimmer so hoch hebt, daß die Hebel m_2 nicht mehr wirken können; das Ventil m bleibt durch das Belastungsgewicht m_1 so lange zugeedrückt, bis der Schwimmer nach Verbrauch des Benzins wieder tiefer sinkt.

Vom Schwimmerbehälter tritt das Benzin in das Zerstäubergehäuse M und steigt in einem Rohr r auf, das oberhalb in eine als Zerstäuber wirkende Brause r_1 mündet. Der Benzinspiegel wird sich hier auf gleiche Höhe mit dem im Schwimmerbehälter einstellen und zwar gerade in Höhe der Austrittsöffnungen der Brause. Mit der Austrittsöffnung q ist das Zerstäubergehäuse M an das Eintrittsventil des Motors angeschlossen. Durch das Rohr p tritt vorgewärmte Luft in das Zerstäubergehäuse; diese wird einem Behälter entnommen, der rings das Austrittsrohr umschließt, durch das die heißen Abgase entweichen.

Bei jedem Saughube des Kolbens entsteht ein Unterdruck im Zerstäubergehäuse; die vorgewärmte Luft tritt durch p ein, umströmt ringförmig die Brause r_1 und zerstäubt das aus der Brause infolge des Saugunterdruckes austretende Benzin, das sofort verdampft.

Auf diese Weise bildet sich ein inniges Gemenge von Luft und Benzingasen, das durch die Öffnung q und das Eintrittsventil in den Verbrennungsraum des Motors gelangt.

Um zu verhüten, daß bei etwaiger Undichtigkeit des Schwimmerventils m Benzin aus dem höher gelegenen Benzinbehälter durch den Brennstoffzerstäuber und das Rohr p in den Luftvorwärmer und von diesem in den Maschinenraum austritt, ist am tiefsten Punkte des Zerstäubergehäuses ein Überlaufrohr angeschlossen, das zum tiefer liegenden Benzinfäß zurückführt.

Die Aufstellung eines Benzinmotors hat nach bestimmten Sicherheitsvorschriften zu geschehen. In einem massiven Nebenraume ist das verschlossene schmiedeeiserne Benzinglefäß gelagert. Durch eine kleine Flügelpumpe wird das Benzin in den höher gelegenen Benzinbehälter gepumpt, aus dem es dem Einspritzgas-erzeuger zuströmt. Nach Öffnen des Hahnes am Behälter kann man den Motor sofort durch Andrehen in Gang setzen und ebensoleicht wieder abstellen.

Abgesehen von dem Nachteil der Explosionsgefahr, die eine unvorsichtige Behandlung des Benzins mit sich bringt, und den verhältnismäßig hohen Betriebskosten (vgl. S. 114) ist der Benzinmotorenbetrieb äußerst bequem, zuverlässig und reinlich.

Bánki-Benzinmotor. Bánki suchte bei seinen Ölmotoren höhere Verdichtung des Ladegemisches und damit einen höheren thermischen Wirkungsgrad und bessere Brennstoffausnützung dadurch zu erzielen, daß er fein zerstäubtes Wasser beim Saughube in den Zylinder spritzte. Durch die Verdampfung des Wassers wird die Temperatur der verdichteten Ladung herabgesetzt und dadurch der leichten Selbstzündung des Benzin- oder Petroleumgasgemisches vorgebeugt. Der Bánki-Benzinmotor arbeitete mit Verdichtungen von 12 bis 15 at und Verpuffungsspannungen von 32 bis 35 at. Im gewöhnlichen Verpuffungs-Benzinmotor sind dagegen nur Verdichtungsspannungen von 4 bis 5 at möglich.

Bánki-Motoren werden nicht mehr gebaut. Mit etwa gleich hoher Verbrennungsspannung (32 at) arbeitet heute der Dieselmotor, der in seinem Arbeitszylinder nur reine Luft verdichtet. Da dieser auch noch mit billigsten flüssigen Brennstoffen betrieben werden kann, erklärt sich sein hoher thermischer Wirkungsgrad und die günstige Wirtschaftlichkeit seines Betriebes (siehe Teil II).

2. Der Petroleummotor.

Ein Motorenbetrieb mit Petroleum stellt sich zwar nur unwesentlich billiger gegenüber dem Betrieb mit Benzin (siehe Tabelle S. 114); da jedoch das Petroleum weit weniger feuergefährlich ist, überall leicht bezogen und ohne strenge Lagerungsvorschriften aufbewahrt werden kann, wird der Petroleummotor dem Benzinmotor häufig vorgezogen. In bezug auf Einfachheit und Bequemlichkeit der Handhabung und Sauberkeit im Betriebe steht er hinter dem Benzinmotor bedeutend zurück. Petroleummotoren werden im allgemeinen nur für geringere Leistungen, etwa bis zu 10 PS, ausgeführt.

Einige hochentwickelte Verpuffungsölmotoren für verhältnismäßig recht große Leistung sind auf S. 91 näher beschrieben.

Die schwer flüchtigen Leuchtöle können nur durch besonders geheizte Verdampfer in gasförmigen Zustand übergeführt werden; eine voraufgehende feine Zerstäubung erleichtert die Verdampfung. Der Verdampfer oder Vergaser ist gewöhnlich ein retortenförmiger Hohlkörper, der von außen durch eine kräftige Petroleumflamme glühend erhalten wird. Mitunter erfolgt auch gleich die Zündung, ganz wie bei der Glührohrzündung, durch die hochoberhitzten Vergaserinnenwandungen (sogenannte Glühkopfmotoren). Gelingt es, das Brennöl so fein zu zerstäuben, daß es in einen nebelartigen Zustand übergeht, einen Zwischenzustand von Dampf und Flüssigkeit, dann kann auch der besonders geheizte Verdampfer wegfallen; der mit Luft gemischte Ölnebel verdampft dann erst vollständig im Zylinder.

Zu jedem Petroleummotor gehört also ein geheizter Verdampfer, oder ein guter Zerstäuber mit einer Brenn-

stoffpumpe, die die feine Zerstäubung des Öles zu der erwähnten Nebelform bewirkt.

Den Nachteil der erstgenannten Ausführung der vollständigen richtigen Verdampfung ersieht man leicht aus folgender Betrachtung:

Während das Benzin aus dem Rohöl bei Temperaturen von 70 bis 100° verdampft, gehen die Leuchtöle etwa bei Temperaturen zwischen 150 bis 300° über, also in viel weiteren Temperaturgrenzen. Um auch die schwersten Kohlenwasserstoffe völlig in Dampf zu verwandeln, müßte man also den Verdampfer auf der hohen Temperatur von etwa 300° erhalten, die ungefähr der Dunkelrotglut entspricht. Die durchschnittliche Zylindertemperatur darf aber aus praktischen Gründen nicht höher sein als ungefähr 150°. Bei Temperaturen von 200 bis 300° verdampfen auch die Mineralöle, die allein nur als Zylinderschmieröle benutzt werden können. Der Kolben wird also leicht trocken laufen und den Betrieb unmöglich machen. Die viel heißeren Petroleumdämpfe werden sich teilweise an den erheblich kälteren Zylinderwandungen als Tropfen niederschlagen. Da aus Mangel an Sauerstoff dieser Niederschlag nur unvollkommen verbrennen kann, so bildet er Ruß und überzieht die Zylinderinnenwandung und die Ventilsitze mit einer Schmier- und Krustenschicht, die den Betrieb hindert.

Gegenüber diesen Mißständen erweist sich die andere Art zur Bildung des Verpuffungsgemisches als vorteilhafter. Der Petroleumnebel besitzt nur die gewöhnliche Öltemperatur und ist beständiger als der Petroleumdampf; er schwebt mehrere Sekunden lang in der Luft, ehe er sich allmählich auflöst. Ein Niederschlagen an kälteren Zylinderwandungen, wie dies bei dem hocherhitzten Petroleumdampf der Fall ist, findet hier nicht

statt. Dabei besitzt der Nebel die Eigenschaft, mit Luft vermischt ein ebenso brauchbares Verpuffungsgemisch zu bilden, wie das eigentliche Petroleumdampf-Luftgemisch.

Auf dieser Grundlage beruhende Motorausführungen sind heute die meist gebräuchlichen.

Da für jede Verpuffung nur wenige Tropfen Petroleum fein zerstäubt und mit Luft gemischt in den Ladungsraum der Maschine gebracht werden müssen, sind eigenartige Brennstoffpumpen gebaut worden, die diese winzige Ölmenge fördern und in den brausenartigen Zerstäuber pressen.

Der an und für sich schon sehr kleine, durch ein Exzentergestänge von der Maschine auf und nieder bewegte Tauchkolben dieser Pumpe würde das Vier- bis Fünffache der nötigen Ladungsmenge fördern; er arbeitet deshalb während eines Teiles seines Druckhubes tot, indem er die überflüssige Ölmenge durch ein Überlaufrohr wieder in den Ölbehälter zurückdrückt.

Neben der Rußbildung, die leicht zur Verschmutzung der inneren Teile der Maschine führt, haftet ein anderer großer Übelstand dem Petroleumverpuffungsmotorbetriebe an, der üble Petroleumgeruch. Bei jedem Kolbenrücklauf wird die Zylinderinnenfläche teilweise freigelegt, da bei den Viertaktmaschinen der Zylinder an einer Seite offen ist. Die Luft bespült also die Zylinderwandungen, an denen sich Petroleumdämpfe niedergeschlagen haben, und so verbreitet sich der unangenehme Petroleumgeruch im ganzen Maschinenraume. Auch wird die nächste Nachbarschaft häufig durch die übelriechenden Auspuffgase belästigt, die manchmal, besonders bei den Anfangsausführungen des Motors, einen wahren Regen kleiner Rußteilchen mit sich führten; denn es ist nicht zu vermeiden, daß gelegentlich unvollkommen

oder gänzlich unverbrannte Gase in den Auspuff gelangen.

3. Ausführungsformen einiger Flüssigkeitsmotoren.

Die Gasmotorenfabrik Deutz hat, gestützt auf langjährige Erfahrungen auf diesem Gebiete, gerade im Bau von Kleinmotoren mustergültige Ausführungsformen ge-

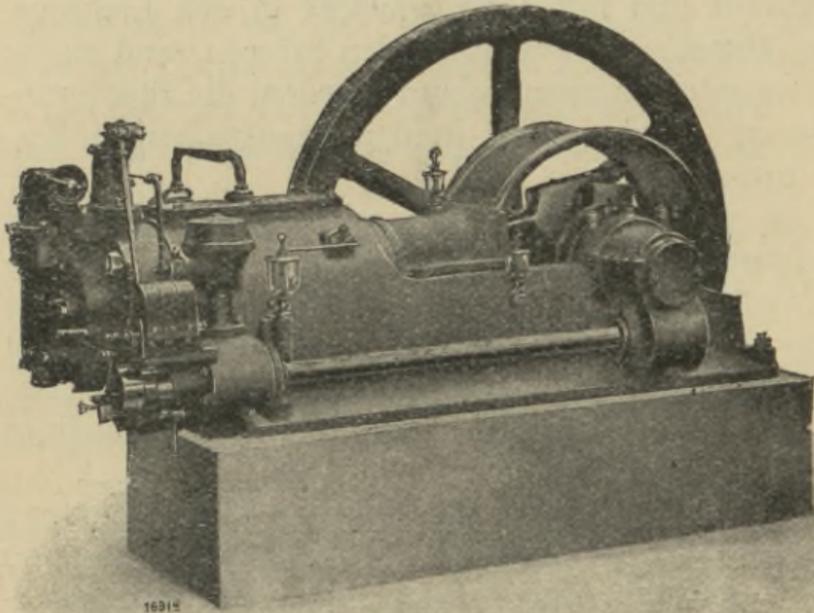


Fig. 40 Kleinmotor der Gasmotorenfabrik Deutz für flüssige Brennstoffe (Benzin, Benzol, Petroleum, Spiritus).

schaffen. Einige ihrer neueren Verpuffungs-Flüssigkeitsmotoren sind in den folgenden Konstruktionszeichnungen und Schaubildern dargestellt.

Tafel II. Deutzer Kleinmotor für flüssige Brennstoffe (Benzin, Benzol, Petroleum, Spiritus).

Fig. 40. Schaubild eines Deutzer Flüssigkeitsmotors. Dieser Kleinmotor wird für Leistungen von 2 bis 30 PS

gebaut. Die Tafel zeigt eine Seitenansicht des Zylinderkopfes mit der davor liegenden Regel- und Zündvorrichtung, eine Rückansicht gegen den Zylinder mit Schnitt durch die Zerstäubungsvorrichtung und einen Längsschnitt durch den Zylinder und die Ventile. Der Brennstoffspiegel stellt sich, durch den Schwimmer geregelt, immer unmittelbar unter die Austrittsöffnung der Brause ein (siehe auch Fig. 39). Beim Ansaughub umströmt die eintretende Luft die Brause, der Brennstoff tritt infolge der Saugwirkung in feinen Strahlen aus und vermischt sich innig mit der Verbrennungsluft.

Der von der Steuerwelle durch Kegelräder angetriebene Regulator verschiebt einen *schrägen Nocken*, der die Hubhöhe und Hubdauer des Einströmventils, der Belastung der Maschine entsprechend, verändert; es gelangt stets ein Gemisch von gleichbleibender Zusammensetzung in den Zylinder (Füllungsregelung). Die magnetelektrische Abreißzündung entspricht der Darstellung Fig. 19 und 20.

Bei Betrieb mit Petroleum, Spiritus und andern schwerflüchtigen Brennstoffen benutzt man zum Anlassen des Motors Benzin. Um den Kompressionsdruck beim Andrehen des Motors leichter überwinden zu können, sitzt neben dem Ausströmnocken, der im normalen Betriebe das Austrittsventil betätigt, ein *Anlaßnocken* (siehe Abbildung links oben). Beim Andrehen wird die Ausströmrolle so eingestellt, daß sie außer über den Ausströmnocken noch über den Anlaßnocken läuft und damit auch während eines Teils des Verdichtungshubes das Ausströmventil geöffnet hält. Ein Teil der Ladung wird also durch das geöffnete Austrittsventil hinausgeschoben, der Kompressionsdruck wird somit verringert. Dreht sich der Motor durch die eintretenden Zündungen dann so schnell, daß er die innere Totpunktstellung auch gegen die volle Verdichtung überwinden kann, wird die Ausströmrolle in Betriebsstellung gestellt, in der sie nur über den Ausströmnocken läuft.

Fig. 41 und 42. Kleinmotor der Gasmotorenfabrik Deutz für flüssige Brennstoffe.

Der Schnitt durch die Maschine und die Ansicht (Fig. 41) sowie das Schaubild (Fig. 42) zeigen die neuzeitliche Ausführungsform eines stehenden Deutzer Kleinmotors; die eingeschriebenen Bezeichnungen erklären die Einzelteile.

Ein rotierender Anker des magnetelektrischen Zünd-

apparates liefert hier dauernd Strom (S. 47), der durch eine am oberen Kolbenboden sitzende Warze im geeigneten Augenblick unterbrochen wird. Ein Abreißfunken wird somit auch am Ende des Ausschubhubes auftreten, der aber natürlich wirkungslos ist.

Der Regulator (in der Ansicht Fig. 41 nur eingekapselt als runde Scheibe zu sehen) verschiebt bei diesem Motor bei

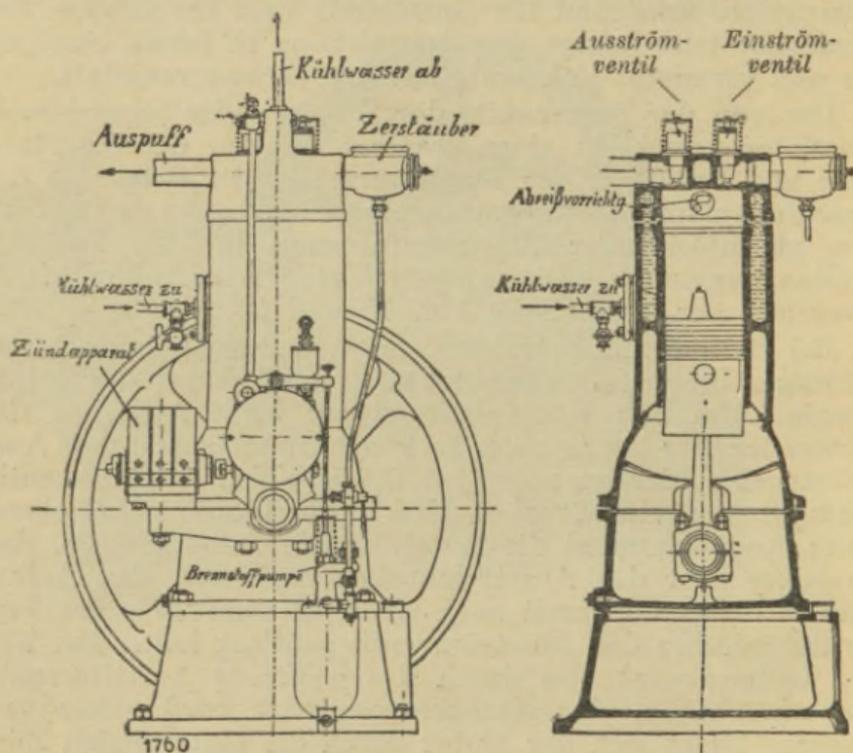


Fig. 41. Deutzer Kleinmotor für flüssige Brennstoffe.

Überschreiten einer bestimmten Umdrehungszahl den Ausströmventil, so daß das Ausströmventil beim Ausschubhube geschlossen bleibt. Die Abgase werden im Zylinder verdichtet und dehnen sich beim nächsten Saughube wieder aus. Neues Brennstoffluftgemisch wird durch das Einströmventil, das nicht besonders gesteuert wird, also nicht angesaugt, statt eines Krafthubes folgt ein Aussetzerhub.

Fig. 43. Naphthalinmotor der Gasmotorenfabrik Deutz.

Wydziału Komunikacji p. y A. G.

Dział L.:

Um das Naphthalin, ein Steinkohlenteerölprodukt, das in fester Form in den Handel gebracht wird, für den Motorenbetrieb in flüssigen Zustand überzuführen, ist der Naphthalinbehälter in den Kühlwasserbehälter eingesetzt, der sich über dem Zylinder aufbaut. Der durch das warm werdende Kühlwasser verflüssigte Brennstoff passiert hier ein engmaschiges Drahtnetz, das alle Verunreinigungen des Naphthalins zurück-

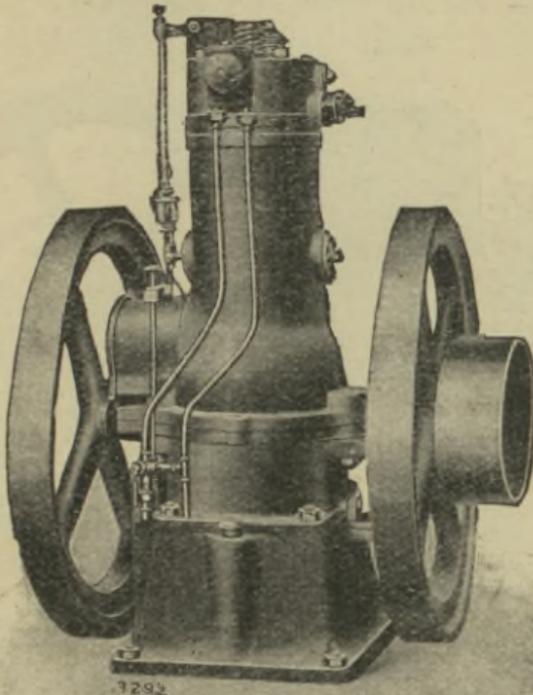


Fig. 42. Deutzer Kleinmotor für flüssige Brennstoffe.

hält, und sammelt sich in dem Behälter für flüssigen Brennstoff. Die Leitung von hier zum Schwimerraum wird durch ein Rohr geführt, in das der Dampf geleitet wird, der sich im Kühlwasserbehälter bildet. Durch den umhüllenden Dampfmantel wird das Naphthalin in der Leitung und damit im Schwimmerbehälter flüssig erhalten.

Der sehr niedrige Preis des Naphthalins ermöglicht einen äußerst billigen Kleinmotorenbetrieb. (Siehe Tabelle S. 114.)

Neunter Abschnitt.

Der Verpuffungsmotor als Fahrzeugmotor.

a) Die Motorlokomotive.

Wird der Flüssigkeitsmotor auf ein Fahrgestell aufgebaut und zum Antriebe der Laufräder auf Schienenwegen benutzt, dann haben wir die *Motorlokomotive*.

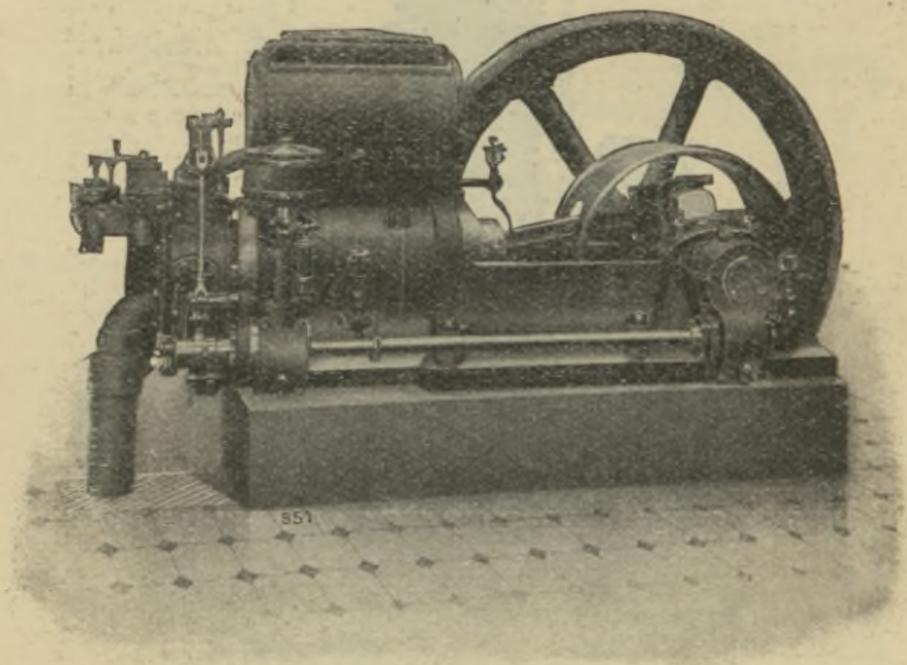


Fig. 43. Naphtalinmotor der Gasmotorenfabrik Deutz.

Man baut Benzin-, Petroleum-, Benzol- und Spiritus-Motorlokomotiven für Feldbahnen, Waldbahnen, Gruben und Straßenbahnen sowie Motor-Rangierlokomotiven.

Fig. 44 zeigt das Schaubild einer *Motorlokomotive im Bergwerksbetriebe*. Der Flüssigkeitsmotor ist natürlich zum Schutz gegen Verschmutzung vollkommen eingeschlossen.

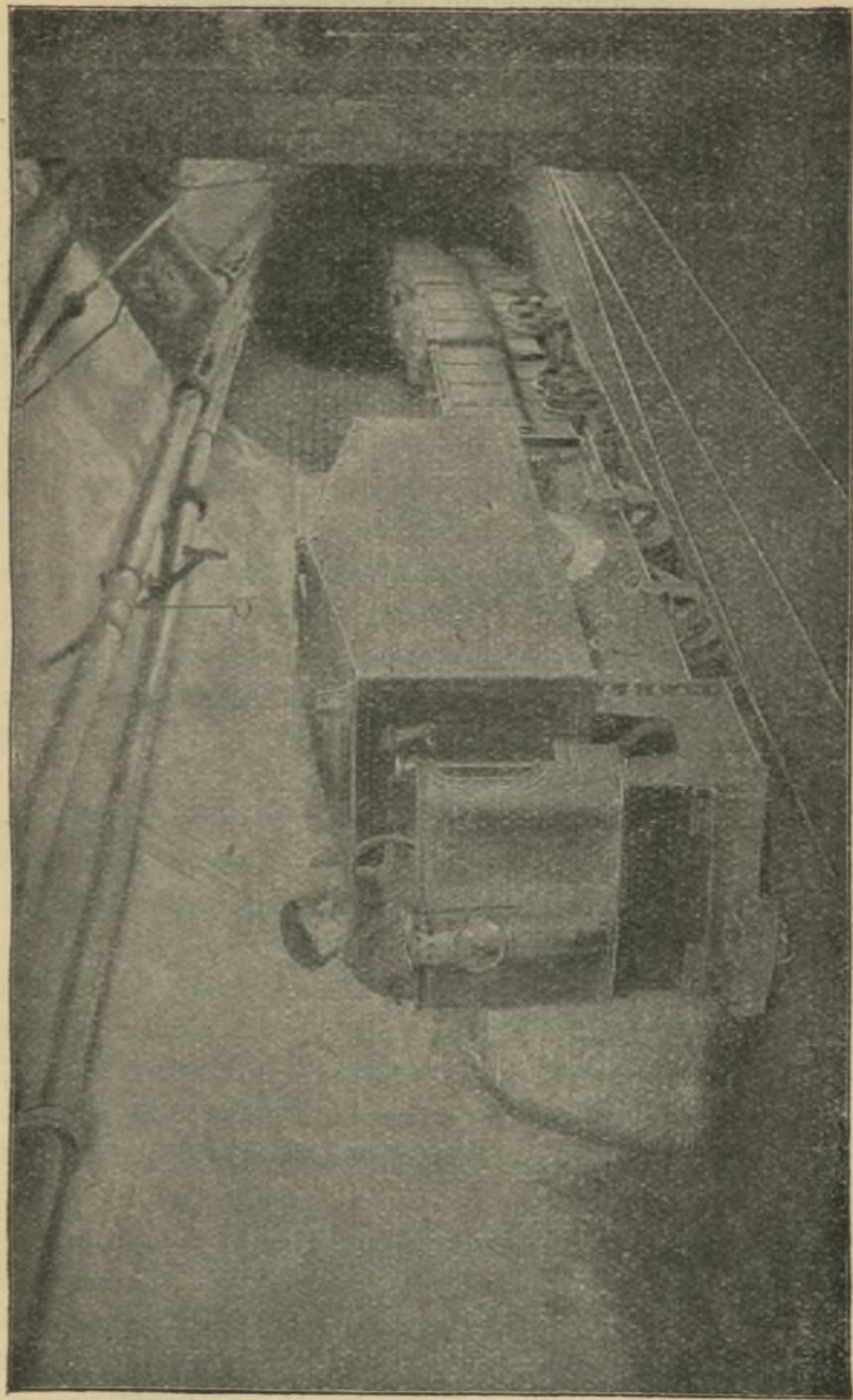


Fig. 44. Motor-Lokomotive der Motorenfabrik Oberursel Akt.-Ges. im Bergwerksbetriebe.

b) Automobil-, Luftschiff- und Flugmotoren.

1. Automobilmotoren.

Der Benzinmotor erweist sich als die einzig geeignete Kraftmaschine, die es ermöglicht, unabhängig von Schienengeleisen Straßenfahrzeuge zu treiben. Der Dampfmotorwagen früherer Jahre ist bedeutungslos; Elektromobile mit Akkumulatorenbetrieb kommen höchstens für den Stadtverkehr gelegentlich in Betracht. Die geleislosen elektrischen Bahnen, die in jüngster Zeit an manchen Orten dem Verkehr dienen, sind an die Oberleitung und die elektrische Zentrale gebunden.

Eine ganz neue große Industrie ließ der rasch emporblühende Automobilbau entstehen, die bauliche Durchbildung des treibenden Benzinmotors und des Wagens selber. *Daimler* und *Benz*, noch heute führende Firmen auf diesem Gebiete, nahmen damals in Deutschland zuerst den Automobilbau auf.

Zunächst entwickelte sich das Automobil als Sportfahrzeug; heute gibt es auch Lastautomobile für alle möglichen Straßenverkehrszwecke, zur Fortbewegung von Feuerspritzen, Sprengwagen u. dgl.

Große Bedeutung hat das Automobil für militärische Zwecke aller Art. Man strebt immer mehr danach, nicht nur Schnelligkeitsrekorde zu erzielen, sondern den Kraftwagen auch als sicheres Fortbewegungsmittel selbst auf weniger guten und glatten Straßen verwendbar zu machen.

Als Richtschnur für die Durchbildung des Automobilmotors galt: Möglichst leicht bei großer Leistung! Um den einzelnen Konstruktionsteilen möglichst geringe Abmessungen geben zu können, mußte man sie aus bestem Material herstellen. Solch hochwertiges Material,

Metallegierungen, die höchsten Festigkeitsansprüchen genügten (z. B. Nickelstahl), zu schaffen, war also die nächste Aufgabe.

Ein Zusammenarbeiten weiter Kreise der Technik war somit erforderlich, um das Motorgewicht von 50 kg für jede Pferdestärke zunächst auf 25 kg zu verringern, oder, was dasselbe bedeutet, die Leistung eines gleich schweren Motors zu verdoppeln. Die heutigen Motoren zeigen ein noch weitaus günstigeres Gewichtsverhältnis.

Der Automobilmotor ist ein Mehrzylinder-Benzinmotor, der im Viertakt arbeitet. Zweitaktmotoren werden, z. Z. wenigstens noch, ganz selten gebaut, obwohl diese bei gleicher Zylinderzahl die Gleichmäßigkeit des Wagenlaufes bedeutend erhöhen, die Leistung eines gleich großen Motors, theoretisch betrachtet, etwa verdoppeln müßten.

Mindestens 2, zur Erzielung gleichmäßigeren Laufes aber gewöhnlich 4, ja sogar 6 Viertaktzylinder sind zu einem Motor vereinigt und meist senkrecht stehend nebeneinander oder auch \vee förmig gegeneinander versetzt angeordnet. Nur für ganz kleine Motoren genügen Kühlrippen am Zylinder, alle größeren haben Wasserdurchflußkühlung. Das warm gewordene Wasser durchströmt zur Rückkühlung ein System von Schlangen- oder Wellrohren, das bei der Fahrt von der Luft umspült wird. Die Ausführungsformen der Wasserkühlung sind sehr vielgestaltig.

Natürlich besitzt auch jeder Automobilmotor den bekannten höchst wichtigen Vergaser. Die Zündung der Ladung erfolgt elektrisch. (Abreiß- oder Kerzenzündung; Strom vom Magnetapparat oder von Akkumulatoren; S. 45.) Mitunter findet auch eine Vereinigung

einer Magnet-Hochspannungszündung mit einer Batterie-zündung Verwendung.

2. Luftschiff- und Flugzeugmotoren.

Die Lenkbarkeit der Luftschiffe und das Fliegen mit Flugapparaten ist z. Z. nur denkbar unter Benutzung eines im Verhältnis zu seinem Gewicht sehr kräftigen Motors, der die Luftschrauben (Propeller) dreht. Erhält dadurch das Luftschiff (Luftfahrzeug, leichter als die Luft) eine Eigenbewegung auch gegen stärkere Windströmungen, dann ergibt sich daraus seine Lenkbarkeit. Der Freiballon gehorcht natürlich ebensowenig dem Steuer wie ein in der Wasserströmung treibendes Schiff.

Die vorausgegangene Entwicklung des Automotors ermöglichte erst die Verwirklichung des von Graf Zeppelins Erfindergeist durchgebildeten lenkbaren Luftschiffes. Mit Antriebs-Benzinmotoren nach Art der erprobten Automotoren von etwa 50 kg Gewicht für die Pferdestärke begann Zeppelin 1894 seine Versuche und mit Motoren von 4 bis 5 kg Gewicht, oder von zehnfach größerer Leistung erreichte er 6 Jahre später sein Ziel.

An die Antriebsmotoren der Flugapparate ohne Gasantrieb (Luftfahrzeuge, schwerer als die Luft), die allein durch motorischen Antrieb fliegen, mußten noch höhere Anforderungen gestellt werden. Immer mehr wurde ihr Gewicht herabgemindert, ihre Leistung also erhöht. Man baut heute Flugmotoren von 2 kg, ja sogar von 1 kg Gewicht für jede Pferdestärke.

Auch der Flugmotor besitzt alle Teile eines Automotors. Meist stehen die Zylinder senkrecht in einer Reihe hintereinander; seltener sind sie heute, \vee förmig gegeneinander geneigt, in 2 Reihen angeordnet. Die

Viertaktwirkung ist fast allein vorherrschend. In Deutschland sind nur die Motoren der Bauart Grade Zweitaktmotoren; die Zylinder der Grade-Motoren sind luftgekühlt.

Das Benzingasluftgemisch wird durch kräftigen elektrischen Funken entzündet. Oft leiten 2 Zündkerzen an 2 Stellen des Verbrennungsraumes gleichzeitig die Verbrennung ein.

Die Motorwelle ist fast immer zugleich Propellerwelle; sie macht 1200 bis 1500 Umdrehungen in der Minute.

Schwierigkeit bereitet die notwendige Wasserkühlung. Bei kleineren Motoren hat man mit Erfolg versucht, die Kühlrippen des Zylinders durch einen kräftigen kleinen Ventilator anzublasen, bei größeren reicht diese Kühlung nicht aus, man muß auf der Fahrt Kühlwasser für eine Umlaufkühlung mitführen, wie beim Automobilmotor. Der Kühler besteht aus einer großen Anzahl kleiner Messing- und Aluminiumröhren, durch die das Wasser strömt; seine verwickelte Bauart, die zahlreichen notwendigen Anschlußstellen der Röhren, die leicht undicht werden können, machen ihn zu einem sehr empfindlichen Teil des ganzen Motors, der oft zu Störungen Anlaß gibt.

Um den Kühler auszuschalten, beschritt die *Société des Moteurs Gnome* in Paris einen ganz neuen Weg beim Bau ihres Rotationsflugmotors „Gnom“. Sie läßt die mit Kühlrippen versehenen Zylinder selbst um eine feststehende Kurbelachse rotieren; bei der hohen Umdrehungszahl genügt die Kühlung durch die vorbeistreifende Luft.

Das Schaubild Fig. 45 zeigt die äußere Bauart eines Gnom-Motors für 100 PS Leistung.

In zwei Ebenen sind sternförmig, auf die Lücken gegeneinander versetzt, je 7 Viertaktzylinder angeordnet und mit ihrer offenen Seite in Öffnungen des Kurbelgehäuses fest eingesetzt, das sich in Kugellagern um die feststehende Kurbelwelle dreht. Durch die hohle Kurbelwelle (in unserm Bilde von rechts) und das Kurbelgehäuse tritt das Benzin-

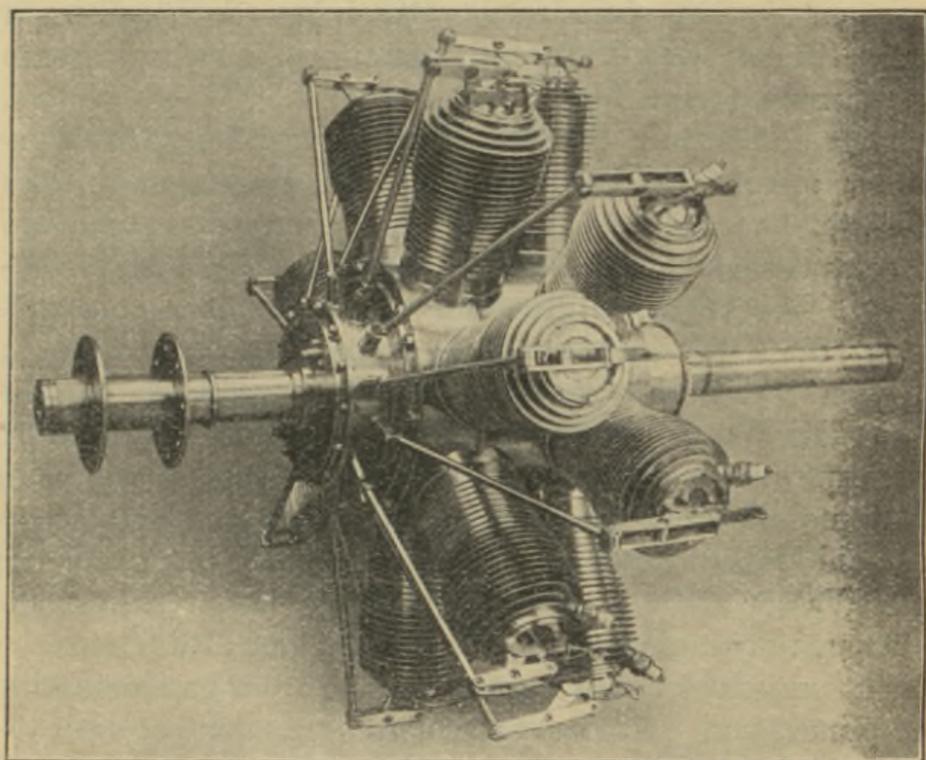


Fig. 45. Flugzeugmotor „Gnom“ für 100 PS Leistung der Société des Moteurs Gnome in Paris.

gasluftgemisch durch das selbsttätige Einlaßventil am Boden des Kolbens in den Explosionsraum des Zylinders. Nach dem Arbeitshube erfolgt der Auspuff der Abgase durch ein oben im Zylinderboden angeordnetes Auslaßventil, das vom Innern des Kurbelgehäuses aus durch Hebelgestänge gesteuert wird. Das Steuergestänge ist in unserm Bilde deutlich erkennbar.

Die 7 Treibstangen je einer Zylinderebene greifen sämt-

lich an einer Scheibe an, die, als Kugellager ausgebildet, den feststehenden Kurbelzapfen umschließt. Die Krafthübe des Kolbens müssen also drehend auf die Zylinder und das Kurbelgehäuse wirken, mit dem die Luftschaube fest verbunden ist. Letztere wird hier zwischen den beiden runden Schildern (in unserm Bilde links) befestigt.

Der Gnom-Motor ist ganz aus Nickelstahl hergestellt, auch Zylinder und Kurbelgehäuse; die hohle Kurbelachse ist aus Nickel-Chromstahl gefertigt. Nur die Kolben bestehen aus Grauguß, da Gußeisen geschmiert auf Stahl besser läuft, als Stahl auf Stahl. Die Zylinder sind mit den Rippen aus dem vollen Stahl herausgedreht und haben eine Wandstärke von wenigen Millimetern. Durch die großen Auslaßventile am Zylinderboden sind die Einlaßventile am Kolbenboden bequem zugänglich.

Motoren unter 100 PS Leistung haben 7 sternförmig in einer Ebene angeordnete Zylinder.

Bei kleineren Ausführungen des Gnom-Motors ist nur die Ansaugeseite der Kurbelachse am Flugapparat fest gelagert, während die Vorderseite des Motors frei fliegend bleibt; größere Motoren, z. B. auch dieser 100-PS-Motor, sind nochmals außen durch ein Kugellager gestützt (hier zwischen Propellerschild und Kurbelgehäuse). Die Zentrifugalkraft beeinflußt bei den Umlaufmotoren sowohl das Ansaugen des frischen Gasluftgemisches und seine Verdichtung sowie den Auspuff der Abgase in günstiger Weise; die Gase werden durch die rasche Drehung nach außen geschleudert. Da die Zylinder gleichzeitig als Schwungmassen dienen und besondere Schwungmassen entbehrlich machen, wird an Gewicht gespart. Allerdings beträgt auch der Kraftverlust infolge des Luftwiderstandes der umlaufenden Zylinder etwa 10% der Maschinenleistung.

Nach Angabe der ausführenden Firma sind die Gewichte der einzelnen Ausführungen des Gnom-Motors folgende:

Leistung des Motors	50	65—70	100	130—140 PS
Anzahl der Zylinder	7	7	14	14
Gewicht des Motors	76	83	100	130 kg

Umdrehungszahl eines jeden Motors zwischen 800 und 1300 in der Minute.

Umlaufmotoren nach Art des französischen *Gnom-Motors* werden neuerdings auch von einigen deutschen Firmen mit gutem Erfolg gebaut:

Hoffmann-Motor, Rotor-Werke G. m. b. H., Frankfurt a. M., Oberursel; Otto Schwade & Co., Erfurt; Delfosse, Köln.

Von deutschen Flugmotoren mit stehenden Zylindern sind namentlich bemerkenswert die Motoren der *Daimler-Motoren-Gesellschaft*, der *Argus-Motoren-Gesellschaft*, der *Neuen Automobil-Gesellschaft*, der *Rheinischen Aerowerke* und der *Gebrüder Körting A.-G.*

Von Anfang an hat Deutschland im Gasmaschinenbau eine führende Stelle eingenommen; im Bau von Flugzeugmotoren und somit im Motorfliegen ist Frankreich z. Z. jedoch den anderen Ländern voraus. Aber deutsche Firmen und Erfinder sind an der Arbeit, angespornt auch durch ein Preisausschreiben des deutschen Kaisers, einen den französischen Motoren gleichwertigen deutschen Flugzeugmotor zu schaffen.

c) Bootsmotoren.

Sehr verbreitet ist auch der Verpuffungs-Flüssigkeitsmotor als Antriebsmaschine für die Schraubewelle kleinerer Boote. Den bequemsten Betrieb ermöglicht natürlich wieder Leichtbenzin, doch sind auch die bekannten billigeren flüssigen Brennstoffe gebräuchlich. Zur Rückwärtsbewegung der Schraube der Motorboote und zum Stoppen der Fahrt dient gewöhnlich ein Wendegetriebe mit Kegelrädern in Verbindung mit einer ein- und ausrückbaren Kupplung. In den letzten Jahren sind die Leistungsgrößen der Verpuffungsbootsmotoren rasch angewachsen. So baut die *Daimler-Motoren-Gesellschaft* in *Berlin-Marienfelde* Verpuffungsmotoren für Schiffsbetrieb für Leistungen von 6—400 Nutzpferdestärken. Die Maschinen besitzen 2—8 Zylinder und sind für den Betrieb mit Benzin, Petroleum, Benzol und Benzolspiritus eingerichtet.

Ein vielfach von der genannten Firma für Beiboote der Marine in 2 verschiedenen Größen ausgeführter Motor hat

z. B. 4 Zylinder von je 185 bzw. 165 mm Durchmesser bei einem Hub von 240 bzw. 200 mm. Je 2 Zylinder sind zu einem Block zusammengegossen. Bei etwa 600—800 Umdrehungen in der Minute leistet die größere Ausführungsform etwa 110—135 PSe, der kleinere Motor etwa 60—80 PSe. Die Maschinen verbrauchen für die PSe-std etwa 410 g Benzolspiritus der üblichen Zusammensetzung (80 Gewichtsteile 90 proz. Spiritus und 20 Gewichtsteile Benzol).

Die meisten Unterseeboote der deutschen Marine sind z. Z. mit Petroleum-Verpuffungsmotoren der *Gebr. Körting-Aktiengesellschaft* ausgerüstet; auch für die russische und österreichische Marine und einige andere fremde Staaten hat die Firma eine Reihe solcher Motoren geliefert, deren höchst sinnreiche konstruktive Durchbildung die Abbildungen 46 und 47 erkennen lassen. (Siehe auch Teil II, Unterseeboots-Dieselmotoren.)

Der Motor arbeitet nach dem Zweitaktverfahren und ist einfachwirkend; alle übrigen im vorliegenden Bande näher behandelten Gasmaschinen sind Viertaktmotoren.

Das Ansaugen der Ladung und das Ausspülen der Verbrennungsgase bewirken hier nicht, wie sonst bei Zweitaktmaschinen, besondere Pumpen (S. 26), sondern der Arbeitskolben, dessen innere hohle Seite sich nicht, wie bei andern einfachwirkenden Gasmaschinen, frei nach außen öffnet, sondern von einem Pumpenraum umschlossen wird.

Der Motor besitzt 6 oder 8 stehende Zylinder, von denen je 2 in einem Stück gegossen sind und auf Kurbeln arbeiten, die um 180° gegeneinander stehen. Die 3 bzw. 4 Kurbelpaare sind wieder regelmäßig gegeneinander versetzt, so daß, der Zylinderzahl entsprechend, nach jeder Sechstel- bzw. jeder Achtel-Umdrehung der Kurbel- und Schraubenwelle eine Zündung, also Kraftwirkung erfolgt. Dadurch wird ein sehr gleichmäßiger Lauf des Motors erzielt.

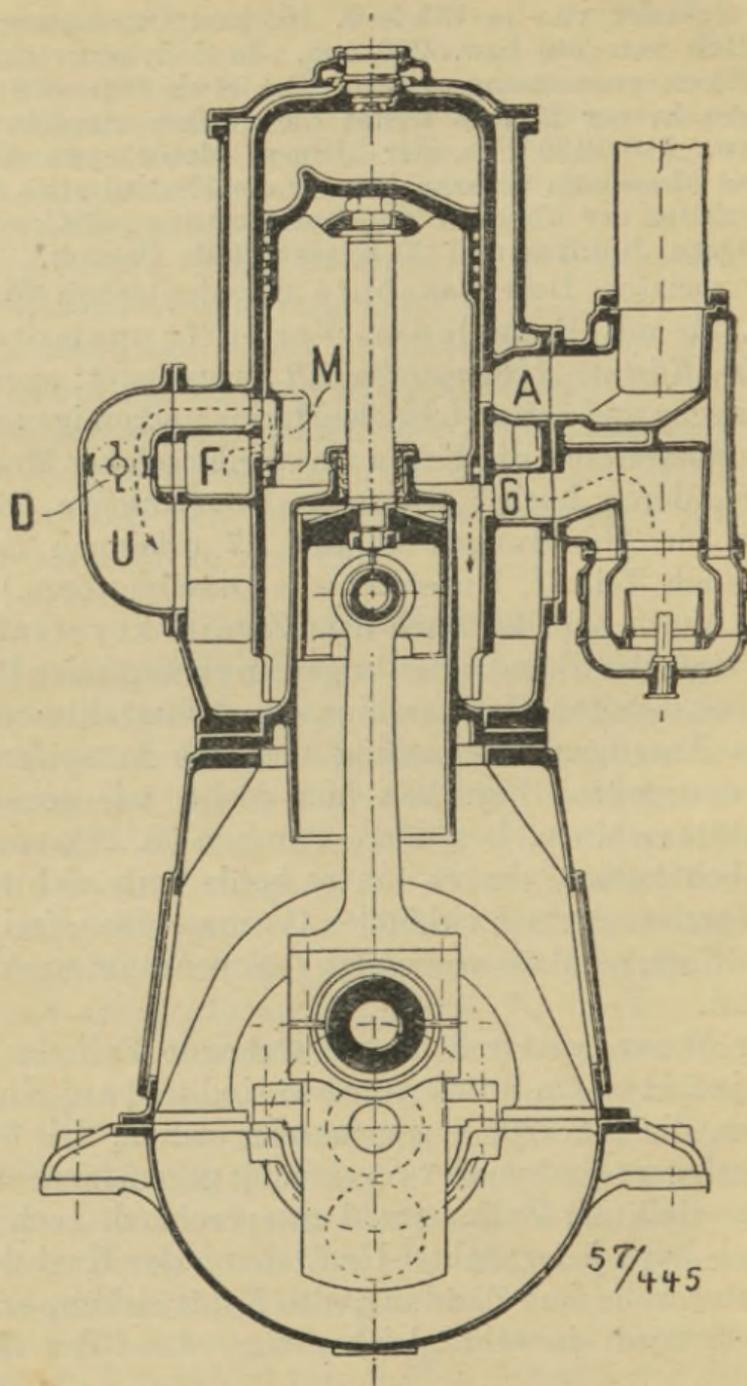


Fig. 46. Körtings Petroleum-Verpuffungsmotor für Unterseeboote.

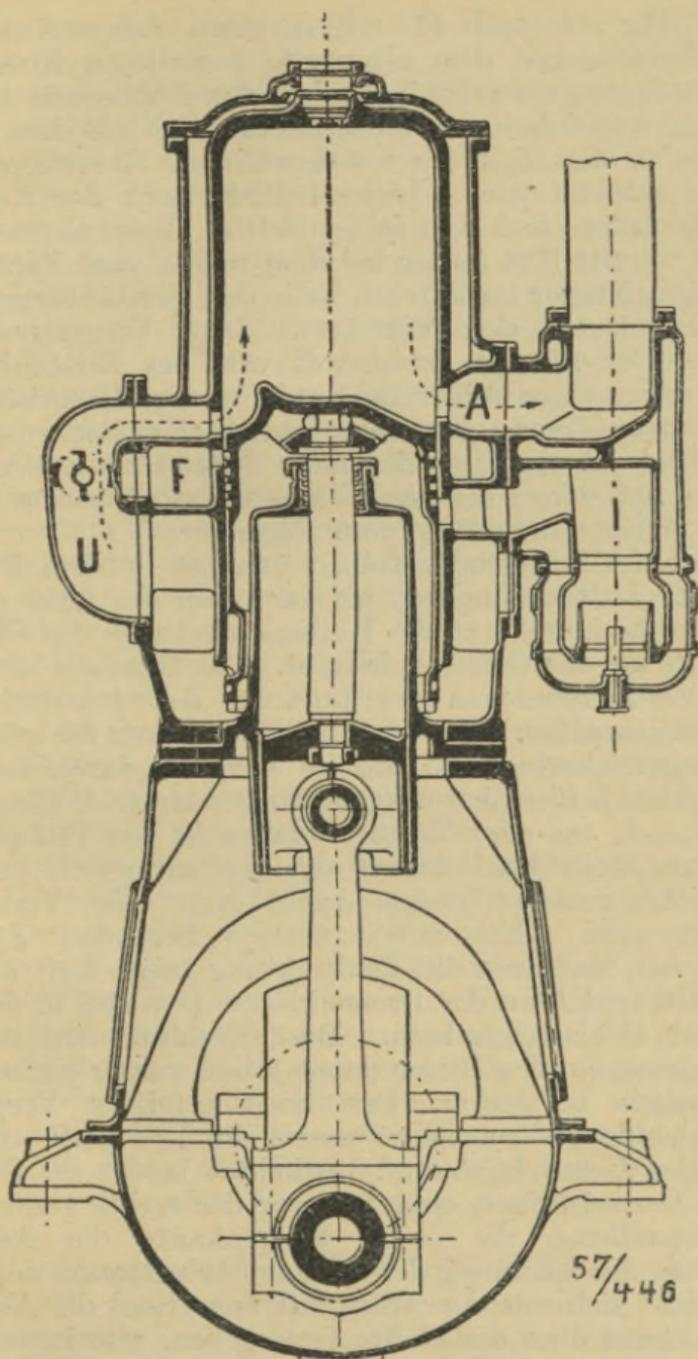


Fig. 47. Körtings Petroleum-Verpuffungsmotor für Unterseeboote.

Die Fig. 46 und 47 zeigen einen *Längsschnitt durch einen Zylinder* mit dem eigenartig gestalteten Kolben und dem erwähnten darunter liegenden abgeschlossenen Pumpenraum, der von dem inneren Teil des Kolbens und dem äußeren Teil der in den Zylinder hineingebauten Kreuzkopf-Geradföhrung gebildet wird. Links befindet sich der Kolben in seiner höchsten, rechts in seiner tiefsten Totpunktstellung.

Der Schnitt läßt ferner bei dem rechts vom Zylinder ersichtlichen Körper im unteren Teile den Zerstäuberraum und darüber gelagert den Vorwärmer bzw. Vergaserraum erkennen. Der flüssige Brennstoff wird im Zerstäuber, wie üblich, durch einen Schwimmer stets wenige Millimeter unter der Austrittsöffnung gehalten. Der Sechszylindermotor besitzt einen, der Achtzylindermotor 2 Zerstäuber, doch jeder Zylinder hat seinen eigenen Vergaser bzw. Vorwärmer.

Der Arbeitsvorgang ist nun folgender:

Der aufwärtsgelende Kolben erzeugt in dem Pumpenraum eine Luftverdünnung, bis kurz von der links gezeichneten Totpunktstellung die Kolbenunterkante die Eintrittsschlitz *G* für das Gemisch freigibt. Das Gemisch bildet sich durch Vorüberstreichen der Luft an der Austrittsöffnung der Zerstäuberdüse. Die Frischluft sowohl wie die mit Petroleum angereicherte Luft wird im Vergaser durch die bei *A* abziehenden heißen Auspuffgase vorgewärmt. Während nun das Gemisch aus dem Vergaser unten in den Pumpenraum einströmt, stellt bald darauf der Kolben durch die links ersichtliche muschelförmige Aushöhlung eine Verbindung zwischen zwei dicht nebeneinander liegenden Zylinderkanälen her, daß, wie die Pfeilrichtung zeigt, Luft aus dem Frischluftkanal *F* an der Drosselklappe *D* vorbei in den Umlaufkanal *U* eintreten kann. Die Frischluft wird sich also im Pumpenraum dem tiefer unten schon vorher eintretenden Ladegemisch vorlagern. Der nach erfolgter Verpuffung niedergelende Kolben sperrt zuerst die Frischluft und bald darauf das Gemisch ab und verdichtet beides im Pumpenraume. Darauf öffnet, etwa 60° vor der rechts gezeichneten Totpunktstellung, die obere Kolbenkante die Austrittsschlitz *A*; die Spannung der Gase im Arbeitsraum des Zylinders gleicht sich mit der Außenluft aus. Sind die Austrittsschlitz etwas über die Hälfte freigegeben, also immer noch vor der rechts gezeichneten Totpunktstellung, dann öffnet

die linke obere Kolbenkante die vom Umlaufkanal *U* in den Zylinder mündenden Schlitze. In der angegebenen Pfeilrichtung wird nun Frischluft in den Zylinder gepreßt, da diese infolge der erwähnten Schichtung im Umlaufkanale *U* der Eintrittsöffnung zunächst lagert. Durch die Form des Kolbens wird diese Spülluft an der Zylinderwandung entlang geführt und drängt die den Zylinder noch füllenden Auspuffgase zu den Schlitzen *A* heraus.

Inzwischen tritt auch das im Pumpenraum zuerst tiefer lagernde Gemisch in gleicher Führung nach. Der aufwärts gehende Kolben schließt die Schlitze links und bald darauf auch rechts ab und verdichtet Luft und Gemisch im Arbeitsraum des Zylinders. Kurz vor der oberen Totpunktstellung erfolgt durch elektrische Abreißzündung die Verpuffung. Auf der andern Seite des Kolbens haben sich beim Aufwärtshub inzwischen das Ansaugen von Gemisch und Luft wiederholt, dem wieder die weiteren schon geschilderten Vorgänge folgen. Jeder Abwärtshub des Kolbens ist also ein Krafthub.

Durch die Schichtung von Luft und Gemisch, das nacheinander erfolgende Eintreten beider in den Arbeitsraum des Zylinders und ihre geschickte Führung wird vermieden, daß sich das Gemisch vorzeitig an den heißen Auspuffgasen entzündet oder daß es unverbrannt mit den Abgasen zu den Austrittsschlitzten hinausgedrängt wird.

Die Regelung erfolgt durch einen Fliehkraftregler, der auf die Drosselklappe *D* eines jeden Zylinders wirkt und die Menge des in den Zylinder eintretenden Brennstoffluftgemisches verändert. Die aus dem Zerstäuber austretende Brennstoffmenge kann außerdem von Hand durch Einstellen von Schiebern beeinflusst werden. Ventile sind bei der Steuerung des Motors also völlig vermieden. Da die Schraubenwelle beim Manövrieren auf elektrischen Betrieb umgeschaltet wird, ist nur eine Veränderung der Umdrehungszahl zwischen 400 und 550 durch den Regulator nötig; aus dem gleichen Grunde ist auch eine Umsteuerung des Motors nicht erforderlich.

Zum Ingangsetzen des Motors braucht man weder Heizlampen noch feuergefährliches Benzin, sondern der Motor wird durch heiße Luft angewärmt. Eine aus Akkumulatoren gespeiste Dynamomaschine betreibt, als Elektromotor wirkend,



den Motor, der bei abgestellter Brennstoffzufuhr durch elektrisch geheizte Kammern Luft ansaugt, verdichtet und durch die Auspuffschlitze und das Auspuffrohr hinausdrängt. Die entstehende Verdichtungswärme erhöht auch noch die Temperatur der Luft. Nach etwa 5 Minuten ist der Motor so warm, daß er auf Petroleumbetrieb umgeschaltet werden kann.

Der Petroleumverbrauch des Unterseebootsmotors beträgt etwa 400 g für die PSe-std; ein für Verpuffungsmotoren recht günstiger Verbrauch (vgl. Tabelle S. 114), da ja das Petroleumladegemisch nur eine mäßige Verdichtung gestattet. Bei einem Zylinderdurchmesser von 275 mm und einem Hub von 270 mm entwickelt der Motor bei 550 Umdrehungen je nach der Zylinderzahl 250 bzw. 350 PSe. Sein Gewicht beträgt ohne Zubehör und Kühlwasser im Zylinder 17,5 kg für die PSe; der völlig betriebsfertige Motor wiegt etwa 21 kg/PSe.

Zehnter Abschnitt.

Kraftgasanlagen.

a) Entwicklung der Druckgasanlagen (Dowson-Gasanlagen) und Sauggasanlagen.

Die Kraftgasanlagen haben den Zweck, auf möglichst einfache Weise aus Kohle, Koks und andern festen Brennstoffen ein billiges brennbares Gas herzustellen, das sich zum Betriebe von Gasmotoren eignet.

Der Leuchtgasmotor ist für größere Maschinenleistungen eine unwirtschaftlich teure Betriebskraft. Man verwandte deshalb schon vor etwa 20 Jahren das nach dem Erfinder, dem Engländer Emerson Dowson benannte, weit billigere Dowsongas zum Motorenbetriebe.

Bei einer solchen Dowson-Gasanlage wird in einem kleinen Dampfkessel Dampf von etwa 3 bis 4 at Über-

druck erzeugt, der, durch eine Saugstrahlwirkung mit Luft vermischt, in den untern Teil eines Generators oder Gaserzeugers hineingedrückt wird, in dem sich durch unvollkommene Verbrennung von Anthrazit oder Koks Kohlenoxydgas entwickelt (s. folgenden Absatz b).

Das oben am Gaserzeuger austretende sogenannte Mischgas wird durch Reinigungsapparate nach einem Gasbehälter, einer in Wasser eintauchenden Glocke gedrückt, ganz ähnlich, wie solche im großen die Leuchtgasanstalten besitzen; von hier strömt das Gas dem Motor zu, in dessen Zylinder es wie das Leuchtgas zur Entzündung und Verbrennung kommt.

In der Leitung vom Generator zum Gasbehälter herrscht ein Überdruck von etwa 150 mm Wassersäule und ebenfalls in der Leitung vom Behälter zum Motor, wenn auch ein geringerer von etwa 50 mm Wassersäule.

Deshalb bezeichnete man dieses Dowson-Mischgas auch als Druckgas und die ganze Anlage als Druckgasanlagen zum Gegensatze auch zu den in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts auftauchenden sogenannten Sauggasanlagen, die weder Dampfkessel noch Gasbehälter besitzen und einen weit gefahrloseren und besseren Motorenbetrieb ermöglichen (S. 102).

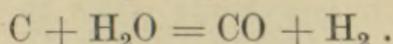
Wie die Dampfmaschine mit dem Dampfkessel, so bildet der Motor mit der Gaserzeugungsanlage eine vollkommenselbständige Kraftquelle, eine Kraftgasanlage.

b) Generatoren (Gaserzeuger).

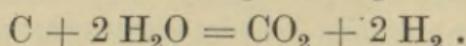
Die Vergasung des Brennstoffes geschieht in dem *Generator* (Gaserzeuger). Dies ist ein geschlossener Schachtofen, etwa ähnlich den Füll- oder Dauerbrand-Stubenöfen. Die Schachtwände sind mit feuerbeständiger Schamotte ausgekleidet. Oben wird der Brennstoff auf-

gefüllt, unten liegt der Rost; die Verbrennung schreitet von unten nach oben vorwärts.

Der hochaufgeschichtete Brennstoff wird bei beschränkter Luftzuführung glühend erhalten. Dabei verbrennt sein Kohlenstoff zunächst zu Kohlensäure (CO_2), die beim Durchströmen der darüber lagernden vergasenden Kohlenschichten sich in Kohlenoxydgas (CO) umwandelt. Dies ist ein brennbares Gas; durch Vermischung mit Sauerstoff, also bei Luftzuführung, verbrennt es, zur Entzündung gebracht, zu Kohlensäure. Solches reines Generatorgas oder Luftgas hat bei verhältnismäßig geringem Heizwert (etwa 800 WE/cbm) eine sehr hohe Temperatur; in der Technik wird es für Heizzwecke verwandt, für Motorenbetrieb ist es aber nicht gut geeignet. Die Temperatur des Generatorgases wird herabgesetzt, wenn man Wasserdampf (H_2O) über die glühenden Kohlen leitet. Die dann stattfindende Zersetzung des Wasserdampfes geschieht nach der Formel:



Es entstehen also zwei brennbare Gase, Kohlenoxyd und Wasserstoff; bei weniger heißem Betriebe des Generators bzw. bei Vermehrung der Wasserdampfzufuhr verändert sich die Umsetzung in folgender Weise:



Auch beide Umsetzungen können nebeneinander stattfinden und dadurch ein Gas entstehen lassen, das aus Kohlenoxyd, Kohlensäure und Wasserstoff zusammengesetzt ist.

In der Technik wird dieses nach den beschriebenen Vorgängen entstehende sogenannte Wassergas, das einen sehr hohen Heizwert hat, für Heiz- und Schweißzwecke vielfach verwendet. Für eine fortlaufende Gas-

erzeugung aber, wie sie für motorischen Betrieb erforderlich ist, ist der Wassergas-Generatorbetrieb nicht verwendbar. Der eingeführte Wasserdampf entzieht den glühenden Kohlen bei seiner Zersetzung bedeutende Wärmemengen und es ist öfters ein vorübergehendes Aussetzen der Gaserzeugung nötig, um die Kohlen wieder zur Glut anzufachen.

Als ein für Motorenbetrieb gut geeignetes Kraftgas erweist sich eine Mischung des erstgenannten Luftgases und des Wassergases, ein Mischgas, das man erhält, wenn man der Verbrennungsluft Wasserdampf zusetzt und das etwa folgende Zusammensetzung zeigt:

26%	Kohlenoxyd,
18%	Wasserstoff,
2%	Kohlenwasserstoffe,
7%	Kohlensäure,
47%	Stickstoff.

Der durchschnittliche Heizwert dieses Generatorgases beträgt etwa 1300 WE/cbm.

Man muß beim Generatorbetrieb zwei Arten von Brennstoffen unterscheiden: Teerfreie, oder wenigstens teearme Brennstoffe und teerreiche, sogenannte bituminöse Brennstoffe (Bitumen = Erdharz, Asphalt).

Teearme Brennstoffe sind z. B. die gasarme Anthrazitkohle, der Koks, der bei der Leuchtgaserzeugung übrigbleibt, nachdem man der gasreichen Steinkohle die gas- und teerhaltigen Bestandteile entzogen hat, und die Holzkohle.

Teerreiche Brennstoffe sind Steinkohle, Braunkohle, Torf, Holz.

In der ersten Zeit war es nur möglich, durch Verwendung von Anthrazit und Koks einen einwandfreien Kraftgasbetrieb zu erzielen. Diese Brennstoffe bilden nur wenig Schlacken und backen auf dem Roste nicht zu-

sammen; die wenigen in ihren Gasen enthaltenen teerigen Bestandteile können durch einfache Reinigungsapparate zurückgehalten werden, daß sie die Ventile und den Zylinder nicht verschmutzen.

Der Verwendung der billigeren bitumenreichen Brennstoffe im gewöhnlichen Kraftgasgenerator stellen sich allerlei Schwierigkeiten entgegen. Die zusammenbackenden fetten gasreichen Kohlen verschlacken den Rost derart, daß ein Dauerbetrieb nicht aufrechterhalten werden kann. Die von den Gasen mitgerissenen teerhaltigen Dämpfe können durch die üblichen Reinigungsanlagen nicht abgeschieden werden, sie schlagen sich bei der Abkühlung in den Leitungen und in der Maschine als Teer nieder und machen diese in kurzer Zeit betriebsunfähig.

In den letzten Jahren hat man die Schwierigkeiten überwinden gelernt. Die meisten größeren Gasmaschinenfirmen bauen heute Generatoren, in denen auch aus Steinkohle, Braunkohlenbriketts und Torf ein gut brauchbares Kraftgas für Maschinenbetrieb gewonnen wird.

c) Sauggasanlagen für teearme Brennstoffe.

(Anthrazit, Koks und Holzkohle.)

In Tafel III ist eine Sauggasanlage der Gebr. Körting Aktiengesellschaft in schematischer Anordnung dargestellt. Die Kraftgasanlagen anderer Firmen zeigen, mit gelegentlichen konstruktiven Abweichungen, im wesentlichen alle die gleichen Teile in derselben Anordnung.

Durch den Doppelverschluß des Fülltrichters am oberen Teile des *Generators* wird der Brennstoff (Anthrazit, Koks, Holzkohle) in dem Maße nachgefüllt, wie er unten verbrennt. Die oben abziehenden heißen Generatorgase durchstreichen die Röhren des *Verdampfers* und erwärmen, während sie

sich selbst abkühlen, das Wasser, das die Röhren außen umspült.

An der Oberfläche verdampft das Wasser; der frei von außen darüber streifende Luftstrom vermischt sich mit dem Wasserdampf; beide treten vereinigt unter den Rost des Generators und werden infolge der Saugwirkung des Motors durch den hoch aufgeschichteten, im unteren Teile glühenden Brennstoff hindurchgesaugt. Dabei geht die bekannte Zersetzung vor sich.

Bei den Deutzer Generatoren ist der Verdampfer gleich mit dem Generator verbunden und am oberen Teile um diesen herum gelagert, so daß die strahlende Wärme des Generators das Wasser verdampfen läßt.

Das abziehende Mischgas oder kurzweg Kraftgas durchströmt zunächst zur Reinigung den Koks-Skrubber oder -Wascher. In einem zylindrischen Blechgefäß ist auf einem Rost eine hohe Koksschicht gelagert, die von Wasser berieselt wird, das oben von Brausen ausströmt, während von unten, durch den Rost eintretend, das Gas aufsteigt. Die große Oberfläche der porösen groben Koksstücke wirkt wie ein Filter; durch die gründliche Berührung des Wassers mit den Gasen wird dieses gewaschen und gleichzeitig abgekühlt. Der Koks braucht nur in längeren Zwischenräumen ausgewechselt zu werden.

Das Gas passiert sodann einen Wasserabscheider. Zu plötzlichem Richtungswechsel gezwungen, schlägt es hier die mitgerissenen Wassertropfen an den Wänden nieder; an der tiefsten Stelle des Topfes wird das Wasser abgeleitet.

Bei den meisten Anlagen wird das Gas nun noch durch einen Sägespäntrockenreiniger (Hordenreiniger) geführt. Auf den durchbrochenen Zwischenwänden des kastenförmigen Gefäßes aus Eisenblech lagert die Trockenmasse, meist Sägespäne oder Holzwole. Das gereinigte trockene Gas sammelt sich im Ansaugkanal, aus dem es der Motor entnimmt. Von unten strömt die Luft zu; wir erkennen das Körtingsche Mischventil (Fig. 31).

Der kleine Ventilator (in unserm Bilde links vom Generator) dient zum ersten Anblasen des Generators. Das noch nicht betriebsfähige Gas strömt dann bei umgestelltem Wechselventil ins Freie.

Der Motor saugt sich bei den Sauggasanlagen

sein Betriebsgas durch den Gaserzeuger und die Reinigungsapparate also selbst an, während es ihm bei den alten Druckgasanlagen nach Art der Dowsonanlagen zgedrückt wird. Während bei diesen in der ganzen Anlage ein Überdruck herrscht, haben wir hier in allen Apparaten und Leitungen einen geringen Unterdruck.

Abgesehen von der Explosionsgefahr, die der besondere Dampfkessel der Druckgasanlage mit sich bringt, können bei kleinen Undichtigkeiten in der Leitung oder bei plötzlichem Stillstand des Motors giftige und explosive Gase in den Maschinenraum austreten und den Maschinenwärter gefährden. Kohlenoxydgas ist an sich farblos und geruchlos und man würde sein Austreten gar nicht bemerken, wenn nicht die gewöhnlich vorhandenen Beimengungen von Schwefelwasserstoff sich durch den charakteristischen Geruch bemerkbar machten.

Die vorstehend genannten Gefahren sind bei Sauggasanlagen ausgeschlossen; diese haben außerdem den Vorzug größerer Einfachheit und werden heute deshalb allgemein angeführt.

d) Sauggasanlagen für teerreiche (bituminöse) Brennstoffe. Braunkohlengenerator.

Verfeuert man Braunkohle in einem gewöhnlichen Generator der vorbeschriebenen Bauart, dann erhält man ein teerhaltiges Gas, das zur raschen Verschmutzung und Betriebsunfähigkeit der Sauggasanlage führt. Um die teerhaltigen Stoffe unschädlich zu machen, baut die Gasmotorenfabrik Deutz für Braunkohlenkraftgasbetrieb ihren sogenannten Doppel- oder Zweifeuer-generator, der in Fig. 48 abgebildet ist. Auch Torf

mit nicht zu hohem Wassergehalt sowie Holz eignet sich als Brennmaterial.

Von den üblichen Anthrazit- und Koksgeneratoren unterscheidet sich dieser im wesentlichen dadurch, daß die Gase

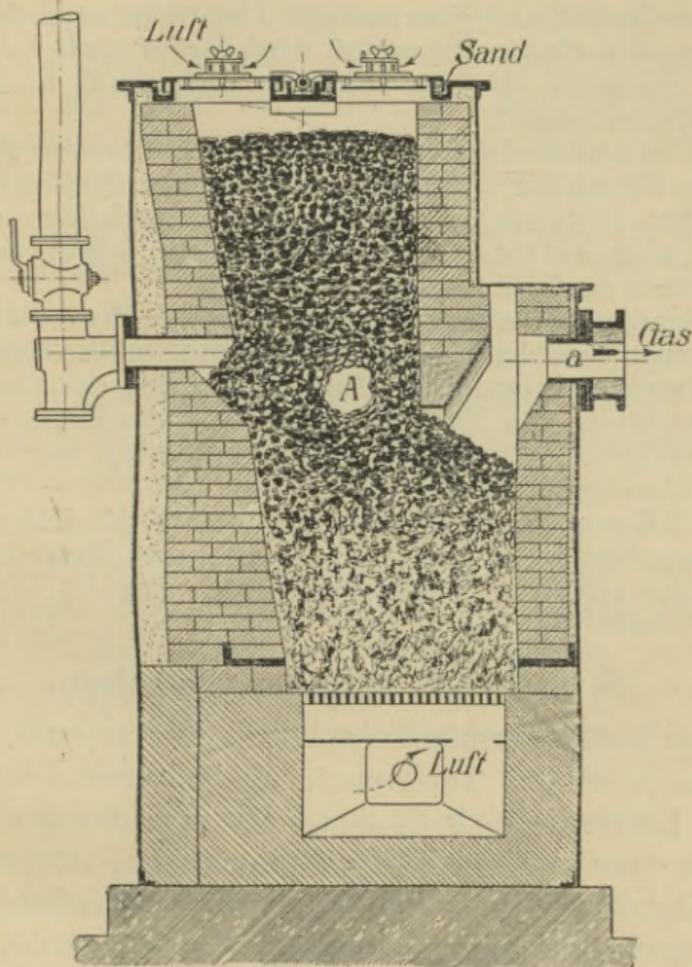


Fig. 48. Braunkohlengenerator der Gasmotorenfabrik Deutz.

nicht oben, sondern in der Mitte abziehen und die Luftzufuhr unten durch den Rost und gleichzeitig oben durch regulierbare Öffnungen am Deckel stattfindet. Dadurch bilden sich im Betriebe zwei Brennzonen. Der oben aufgegebene Brennstoff wird zunächst durch die tiefer liegenden glühenden

Schichten entgast, also verkocht. Die abwärts ziehenden Destillationsprodukte, leichtere und schwerere Kohlenwasserstoffe, aus denen die Teere kondensieren, müssen die in voller Glut befindlichen Kohlschichten in der Mitte des Generators bei *A* durchstreichen. Die Teergase werden dabei in dauernde, nicht kondensierbare Gase zerlegt. Der tiefer nach dem Rost zu sinkende verkochte Brennstoff wird darauf noch vollständig in der Hochglut als nun teerfreier Brennstoff in gewöhnlicher Weise vergast.

Das bei *a* austretende Gas verläßt den Generator praktisch teerfrei. Es ist nur nötig, die mitgerissenen Staubteilchen in geeigneten Reinigungsvorrichtungen auszuschcheiden und das Gas für seine Verwendung im Motorenbetrieb herabzukühlen, zu waschen und zu trocknen.

Durch den Gasabzugskamin gegenüber dem Gasaustritt am Generator werden die während des Stillstandes sich bildenden Schwelgase abgeführt. Zum Heißblasen des Generators dient ein hinter dem Skrubber eingeschalteter Exhaustor, der die Verbrennungsluft ansaugt und das noch nicht verwendungsfähige Gas ins Freie treibt.

Bei billigem Bezug der Braunkohlenbriketts und größeren Maschinenleistungen betragen die Brennstoffkosten für die stündliche effektive Pferdestärke etwa nur $\frac{1}{2}$ Pfg. (siehe Tabelle Seite 114).

e) Torf- und Holz-Sauggasanlage.

Eine fast unerschöpfliche billige Energiequelle bilden die ausgedehnten Torfmoore, die in vielen Gegenden weite Landstriche bedecken. Die preußischen Moore schätzt man auf etwa $2\frac{1}{2}$ Millionen ha, Bayern weist ungefähr 75 000 und Baden 30 000 ha Torfmoore auf. Weit umfangreichere Torfläger finden sich in Rußland, Irland, Schweden, Norwegen und Holland.

Der hohe Wassergehalt des Torfes erschwerte bisher seine Verwertung als Brennstoff in technischen Kraftbetrieben. Frischer Torf im Moor hat einen Wassergehalt von 85—90%; ausgetrocknet bis auf etwa 20% läßt sich der Torf schon in Gaserzeugern von der Art der vor-

stehend beschriebenen Zweifeueergeneratoren für bituminöse Brennstoffe verbrennen. Für eine rationelle Ausnützung des Torfes ist es jedoch erforderlich, auch Torf mit höherem Wassergehalte zu verfeuern. Der nachstehend beschriebene Gaserzeuger der Görlitzer Maschinenbauanstalt (Fig. 50) gestattet die Verwendung von Torf auch von 40–50% Wassergehalt mit bestem Erfolge. Der frische Brennstoff und die Verbrennungsluft werden bei diesem Generator von oben zugeführt und unten, in der Mittelachse des Verbrennungschachtes, wird das fertige Gas abgeleitet. Die Verbrennung findet hier also nur in einer Richtung statt. Die Verbrennungsluft wird so geführt, daß sie in das Innere des Brennstoffes eintreten muß und nicht an den Umfassungswänden entlang, wo der Brennstoff sich lockerer schichtet als in der Mitte, zum Gasabzug gelangt.

Die oben aus dem frischen Torf austretenden teerhaltigen Schwelgase ziehen nach unten; sie werden in jedem Falle durch die glühenden entgasten und verkokten Schichten des Brennstoffes geführt und dabei in hochwertige wirkliche Gase zersetzt, die in den Leitungen und der Maschine keinen verschmutzenden Teer mehr niederschlagen.

Dem hohen Wassergehalte des Torfs wird bei diesem Gaserzeuger durch beste Ausnützung der Verbrennungswärme Rechnung getragen. Die ausstrahlende Wärme des Generators wird zur Erwärmung der Verbrennungsluft nutzbar gemacht; der äußere Mantel des Gaserzeugers wird kaum wärmer als die ihn umgebende Luft; auch das abziehende fertige Gas ist nur wenig warm. Die sonst verloren gehende Wärmemenge wird also dem Generatorprozeß wieder zugeführt. Nur durch solche möglichste Vermeidung aller Wärmeverluste ist es möglich, das in

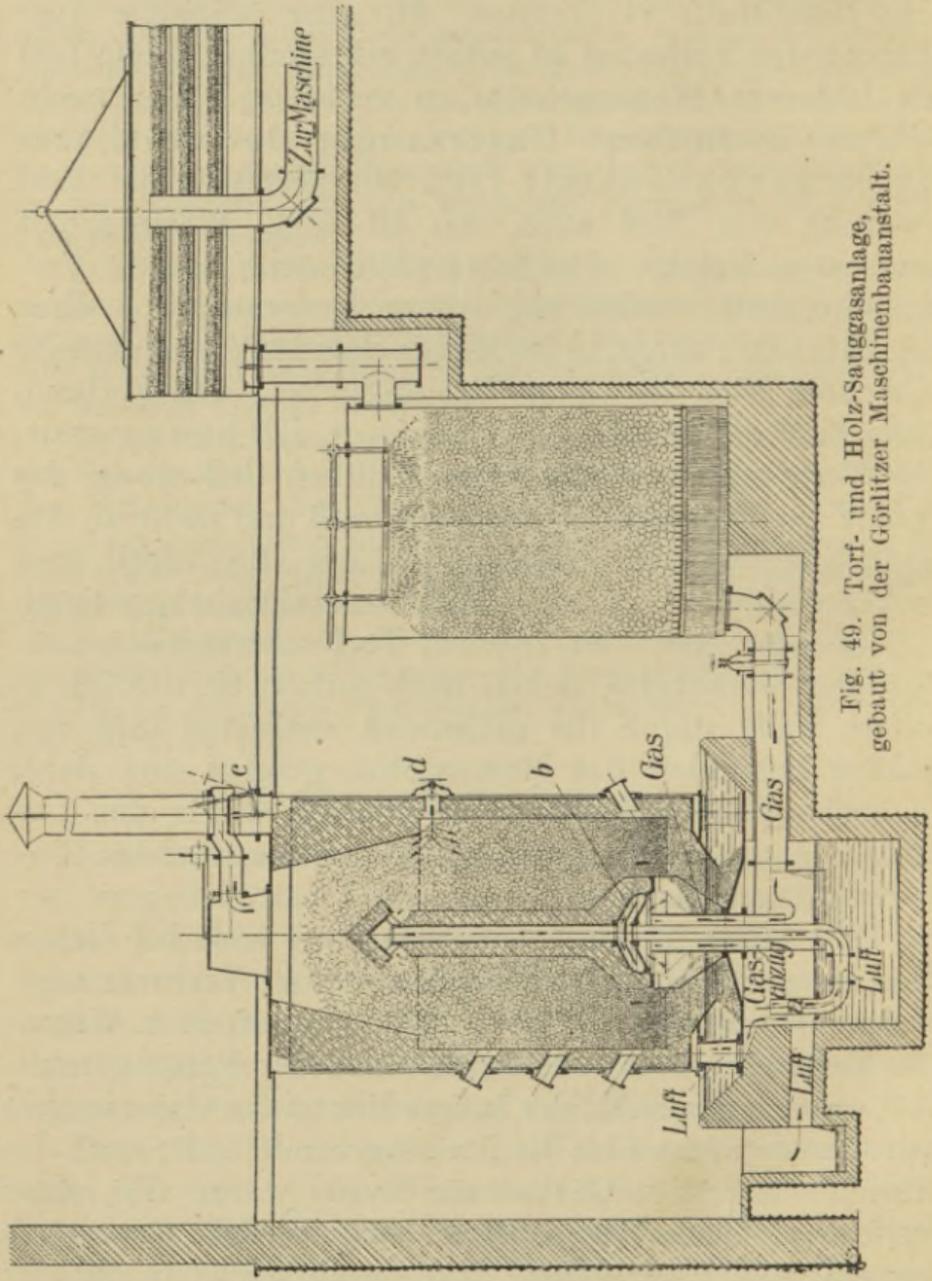


Fig. 49. Torf- und Holz-Sauggasanlage, gebaut von der Görlitzer Maschinenbauanstalt.

dem Brennstoff enthaltene Wasser zu verdampfen und nasse Brennstoffe zu vergasen.

Ebenso wie mit Torf, kann man den Generator auch mit Holzabfällen beschicken. Bei Anordnung der Gaserzeugungsanlage unter Flur ist frischer Brennstoff sehr bequem aufzugeben.

Der Gaserzeuger besitzt einen Doppelmantel und ein in der Mitte aufsteigendes Luftzuführungsrohr, das ebenso wie die Schachtwände mit feuerfester Schamotte ausgekleidet ist. Am unteren Ende ist das Luftzuführungsrohr zu einem Luftvorwärmer ausgebildet. Darunter liegt das Gasabzugsrohr. Ein Rost ist überhaupt nicht vorhanden. Asche und sich etwa bildende Schlacken können leicht und ohne Staubentwicklung aus dem Wasserverschluß entfernt werden. Zur Beobachtung des Vergasungsvorganges sind in verschiedenen Höhenlagen Schaulöcher angeordnet.

Die gesamte Verbrennungsluft wird aus dem unteren Kanal entnommen, der das warme Skrubberwasser abführt. Das unten offene Gasabzugsrohr, das auch das Luftzuführungsrohr *a* umschließt wird durch den Wasserspiegel im Kanal nach unten zu abgeschlossen. Ein Teil der Luft tritt durch dieses Rohr *a* ein, das also vom Warmwasser und von den heißen Gasen umspült wird. Die Eigenwärme des abziehenden Gases wird auf die in entgegengesetzter Richtung einströmende Luft übertragen; diese wird noch weiter in dem Luftvorwärmer *b* erwärmt, den sie in Windungen durchströmt. So hochehitzt, steigt die Verbrennungsluft in dem Mittelrohr in die Höhe und tritt in die oberen Schichten des Brennstoffes ein.

Der andere Teil der Luft wird durch die Füße des Gaserzeugers zwischen den Doppelmantel eingeführt, umspült diesen und erhitzt sich durch Aufnahme der ausstrahlenden Wärme. Diese Verbrennungsluft tritt oben in den Gaserzeuger bei der Umschaltvorrichtung *c* ein, wenn diese so gestellt ist, daß sie die Eintrittsöffnung freigibt und das Schornsteinrohr nach oben zu abschließt. Die beiden heißen Verbrennungsluftströmungen werden so von der Maschine von oben nach unten durch die Brennstoffschichten hindurchgesaugt.

Das unten austretende teerfreie Gas wird zu plötzlichem

Richtungswechsel gezwungen, wobei alle groben Staubteilchen abgeschieden und in dem Skrubberabflußwasser niedergeschlagen werden.

Ist besonders nasser Brennstoff zu vergasen, dann wird nach einem andern Verfahren gearbeitet. Der Heizer öffnet, sobald das Feuer oben im Gaserzeuger zu verschwinden scheint, nach Umschaltung des Ventils *c* in die hier gezeichnete Stellung das Ventil *d*. Das Ventil *c* schließt nun den Luft-eintritt oben ab und die heißen Gase können aus dem Doppel-mantel nur bei *d* in das Schachtinnere eintreten. In dieser Höhe entsteht nun durch die Saugwirkung der Maschine eine nach unten gehende, und, da der Schornstein jetzt geöffnet ist, durch den Schornsteinzug eine nach oben gehende Verbrennung.

Der Wasserdampf kann durch den Schornstein entweichen. Sobald das Feuer oben im Gaserzeuger durchbrennt, kann wieder umgeschaltet werden.

Beim Arbeiten nach dem zweiten Verfahren wird der Brennstoffverbrauch für die PS-std zwar etwas größer sein, da Wärme unbenutzt entweicht, doch ist es auf diese Weise möglich, bei einfacher und bequemer Bedienung des Gaserzeugers ohne Betriebsstörung auch Torf mit hohem Wassergehalt und andere nasse bituminöse Brennstoffe zu vergasen.

Das unten am Generator abziehende fertige Gas durchströmt nun die bekannten Reinigungsapparate, den Skrubber oder Gaswascher und den Sägespä-n - Trockenreiniger; aus dem Gassammler, der bei Belastungsschwankungen der Maschine Stöße bei plötzlicher Änderung der Gasentnahme ausgleichen soll, entnimmt es die Maschine.

f) Torfgasmaschinen.

Die von der Görlitzer Maschinenbauanstalt zu den vorstehend beschriebenen Gaserzeugern gebauten Kraftmaschinen sind Viertaktgasmaschinen von liegender Bauart. Für kleinere Leistungen werden sie als einfachwirkende Maschinen ausgeführt; der Zylinder ist also, wie bei den üblichen Kleingasmaschinen, nach einer Seite hin offen. Die Vergasung des billigen Torfes ermöglicht es aber, auch wirtschaftlich sehr günstig arbeitende Kraft-

maschinenanlagen für große Leistungen zu betreiben. Die Maschinen werden dann als doppelwirkende Viertaktmaschinen ausgeführt. Diese sogenannten Großgasmaschinen entwickelten sich zuerst als Hüttenwerks - Kraftmaschinen und wurden vornehmlich für den Betrieb mit Gichtgas gebaut. (Näheres hierüber s. Teil II.)

Fig. 50. Torfgasmaschine der Görlitzer Maschinenbauanstalt.

Der Zylinder ist an beiden Seiten geschlossen, wir haben hier eine Viertaktwirkung an jeder Seite (S. 32). Der Kolben wird von einem vorderen Kreuzkopf und einer hinteren Gleitführung freischwebend getragen; bei der

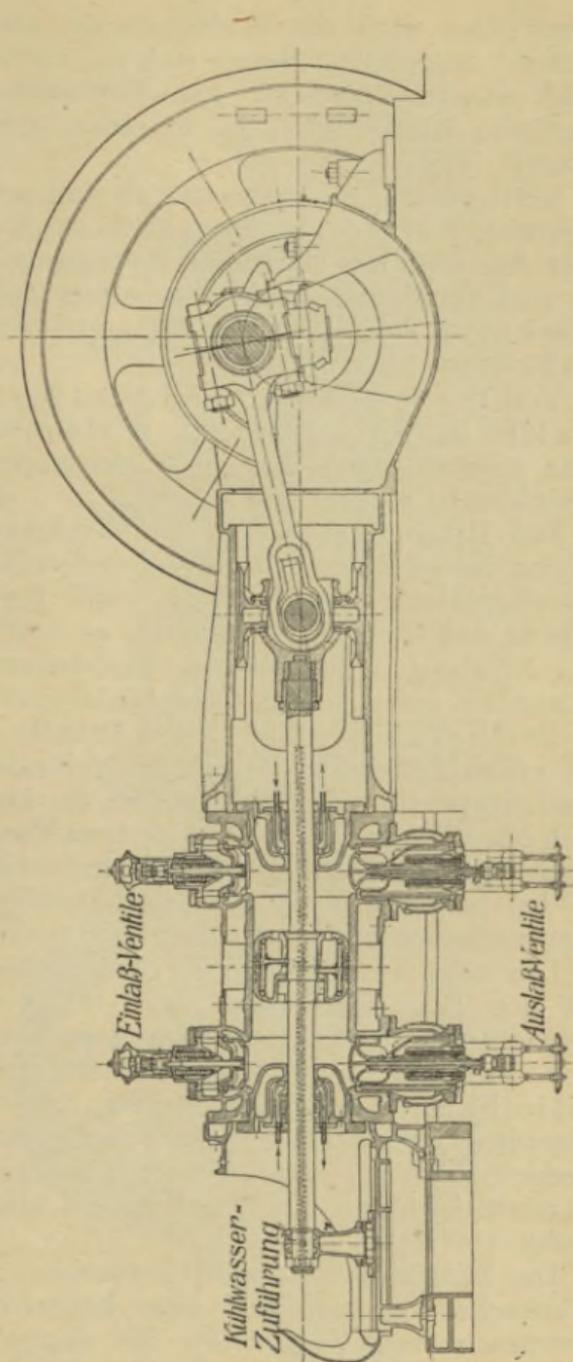


Fig. 50. Torfgasmaschine, doppelwirkende Viertaktmaschine, gebaut von der Görlitzer Maschinenbauanstalt.

Herstellung wird die Kolbenstange etwas nach oben gekrümmt ausgeführt, damit sich die untere Zylinderlauffläche nicht einseitig abnutzt. Die Treibstange arbeitet auf eine gekröpfte Kurbelwelle, die in einem kräftigen Gabelrahmen gelagert ist (vgl. Fig. 51).

Kolben und Kolbenstange sind wassergekühlt. Das Kühlwasser wird am hinteren Ende der Kolbenstange während ihrer hin und her gehenden Bewegung durch Schwenkrohre zu- und abgeführt. Ebenso erhalten Zylinder und Zylinderdeckel, Stopfbüchsen und Auslaßventile eine wirksame Durchflußwasserkühlung.

Von der Steuerwelle aus werden die Ein- und Auslaßventile in Verbindung mit Wälzhebeln betätigt, und zwar steuert je ein Exzenter gleichzeitig das Einlaß- und Auslaßventil einer Zylinderseite.

Die Regelung beruht auf Veränderung der Zylinderfüllung bei gleichzeitig sich ändernder Zusammensetzung des Gasluftgemisches, und zwar wird bei abnehmender Belastung das Gemisch verbessert, so daß auch bis zum Leerlauf herab eine vollständige Verbrennung des angesaugten Gemisches stattfindet. (Kombinationsregelung, s. S. 52.)

Durch Verschiebung der Wälzbahn wird der Ventilhub bei gleichbleibender Hubdauer verändert. Die Luft tritt durch trapezförmige Schlitze ein; die kurze Trapezseite liegt nach oben. Dadurch wird bei kleinem Ventilhub ein verhältnismäßig kleinerer Durchgangsquerschnitt für die Luft freigegeben als bei höherem Ventilhub; der Durchgangsquerschnitt des Gasventils entspricht dagegen der veränderlichen Hubhöhe.

Die zum Verschieben der Wälzbahn erforderliche Kraft hat der Regulator nicht unmittelbar zu leisten, sondern ein kleiner Hilfskolben, dem sein Kraftmittel, gewöhnlich Drucköl, von der Maschine bereitgestellt wird (sogenannte mittelbare Regelung durch Servomotor). Da bei dieser Regelart beliebig viele Zylinder unter den Einfluß eines einzigen Reglers gestellt werden können, geht auch bei Mehrzylindermaschinen die Regelung bei allen Maschinen gleichmäßig vor sich.

Die Zündung des Gasluftgemisches erfolgt durch magnetische Apparate und zwar haben die einfachwirkenden Maschinen eine Zündstelle, die doppelwirkenden je zwei gleichzeitig wirkende Zündstellen für jede Zylinderseite.

Für besonders große Leistungen (500 bis 1000 PS) führt die Görlitzer Maschinenbauanstalt ihre Torfgasmaschinen in Tandembauart aus; zwei doppelwirkende Viertaktzylinder sind hintereinander gereiht.

Fig. 51 zeigt eine solche doppelwirkende Tandemmaschine für 500 PS Leistung. Das Schaubild gibt einen allgemeinen Überblick über die äußere Bauart der Maschine, den Antrieb der Steuerung (Exzentergestänge an den Zylinderenden) und die Betätigung der Zündung (nach der Mitte zu liegende Gestänge). Das Kühlwasser tritt hier an der zu einer mittleren Gleitführung ausgebildeten Kuppung der beiden Kolbenstangen ein (im Bilde nicht sichtbar) und tritt hinten am Gleitstück und vorne am Kreuzkopf aus.

Bei den heutigen Torfpreisen in Deutschland sind Torfgaskraftanlagen, besonders für große

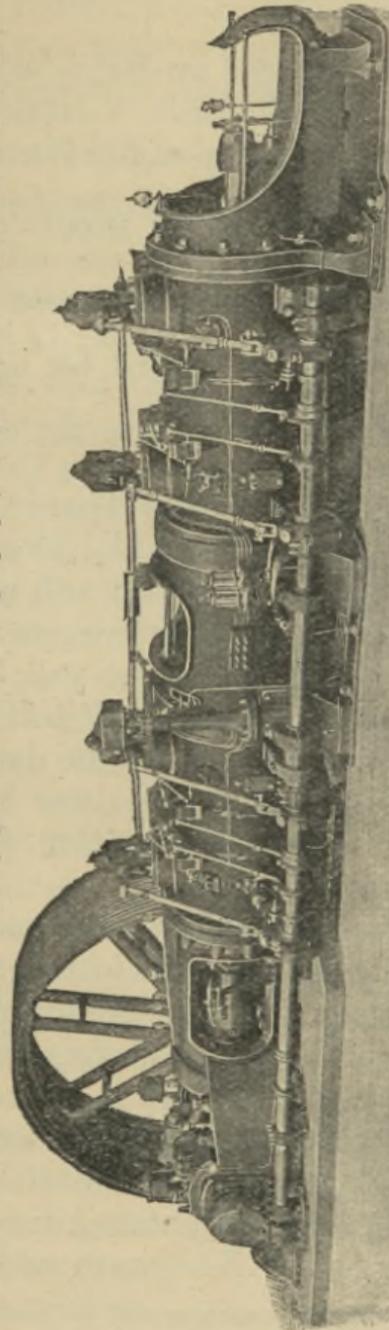


Fig. 51. Doppelwirkende Tandem-Torfgas-Maschine für 500 PS Leistung, gebaut von der Görlitzer Maschinenbauanstalt.

Maschinenleistungen, die weitaus billigste Betriebskraft.

Versuche an einer im Betriebe befindlichen Torfgasanlage mit einzylindriger Viertaktmaschine (nach Art der Maschine Fig. 51) von 300 PSe Leistung lieferten folgende Ergebnisse¹⁾:

Wassergehalt des Torfes im Mittel.	24%
Heizwert des Torfes rund.	3900 WE/kg
Heizwert des erzeugten Kraftgases durchschnittlich	1100 WE/cbm
Torfverbrauch für de PSe-std bei ungefähr voller Belastung etwa	1 kg
Torfverbrauch für die PSe-std bei ungefähr halber Belastung etwa	1,45 kg

Nimmt man einen Torfpreis von 4 Mk. für die Tonne an, dann betragen die Brennstoffkosten für 1 PSe-std-Leistung demnach nur 0,4 bzw. 0,58 Pfg.

Werden Überlandkraftanlagen in Torfgebieten hineingebaut oder in der Nähe von Torfmooren errichtet, daß die Kosten für die Kraftstoffzufuhr fortfallen oder nur gering sind, dann kann die durch Torfgasmaschinen erzeugte elektrische Energie von hier nach umliegenden industriellen Verwendungstätten fortgeleitet und dort billig abgegeben werden.

In größeren Zwischenräumen aneinandergereihte Torfgaskraftwerke können den elektrischen Betrieb der Eisenbahnen auch in Ländern ermöglichen, wo keine natürlichen Wasserkräfte zur Verfügung stehen, die wohlfeile elektrische Energie liefern.

So wird die mit den verwesenden Pflanzenresten in die Torfmoore versunkene und dort aufgespeicherte Sonnenwärme durch Ausnutzung dieser jüngsten, in unserer Zeit entstehenden Kohlenart wiedergewonnen; gleich-

¹⁾ Görlitzer Torfgaserzeuger mit Gasmaschine von 300 PSe Leistung auf der Ostdeutschen Ausstellung in Posen 1911 im Betriebe vorgeführt.

zeitig verschwinden Ödländereien, und mit dem enttorften, trocken gelegten und urbar gemachten Boden werden neue hochwertige Wirtschaftsgebiete erschlossen.

Elfter Abschnitt.

Kosten des Gaskraftmaschinenbetriebes.

Die Brennstoffkosten machen bei allen Verbrennungs- und Wärmemotoren fast immer den weitaus größten Teil der Betriebskosten aus. Der Brennstoffverbrauch einer Kraftmaschinenanlage wird durch Versuche festgestellt und für die Nutzleistung einer Pferdestärke während einer Stunde (1 PSe-std) umgerechnet. Ist der Brennstoffpreis bekannt, dann lassen sich die Brennstoffkosten einer Maschinenanlage für jede beliebige Betriebszeit aus der Verbrauchsangabe für die PSe-std leicht bestimmen.

Nachfolgend werden nur Brennstoffverbrauch bzw. Brennstoffkosten der Verpuffungsgasmaschinen für kleine und mittlere Leistungen nebeneinander gestellt. Der Verbrauch für die stündliche Pferdestärkenleistung verringert sich, wie die Tabelle zeigt, mit wachsender Maschinenleistung.

Die Großgasmaschinen, die mit den wohlfeilen Abgasen der Hüttenwerke betrieben werden, und ebenso die vorbeschriebenen großen Torfgaskraftanlagen arbeiten naturgemäß weit wirtschaftlicher. Das gleiche gilt für den später behandelten Dieselmotor, der mit wesentlich höheren Druckunterschieden im Zylinder als die Verpuffungsmotoren, daher mit besserem thermischen Wirkungsgrad arbeitet und mit billigen flüssigen Brennstoffen betrieben werden kann (siehe Teil II, Großgasmaschinen und Rohölmotoren).

Die nachstehenden Tabellenwerte sind Verbrauchszahlen für Maschinen der Gasmotorenfabrik Deutz.

Brennstoffpreise und Brennstoffverbrauch der Verpuffungsmotoren.

Motor	Wärme- einheiten	Preis	Brennstoffverbrauch für die PSe-std bei Motor- leistung von					
			5	10	25	50	100 PSe	
Leuchtgasmotor	5000 WE/cbm	10—15 Pfg. /cbm	0,55	0,51	0,47	0,42	0,41 cbm	
Kraft- gas- motor	Anthrazit	8000 WE/kg	2—3,50 Mk. /100 kg	—	0,54	0,49	0,38	0,37 kg
	Koks	7000 WE/kg	1,80—3 Mk. /100 kg	—	0,64	0,57	0,43	0,42 kg
	Braunkohlen- briketts	5000 WE/kg	0,80—2 Mk. /100 kg	—	0,89	0,81	0,64	0,62 kg
Benzinmotor	10000 WE/kg	26 Mk./100kg	0,35	0,34	0,32	0,32	0,32 kg	
Benzolmotor	9500 WE/kg	23 Mk./100kg	0,30	0,30	0,27	0,26	0,26 kg	
Petroleummotor	10000 WE/kg	18 Mk./100kg	0,42	0,42	—	—	—	
Spiritusmotor	5500 WE/kg	22 Mk./100kg	0,43	0,42	0,41	0,38	0,38 kg	
Naphthalinmotor	9600 WE/kg	10 Mk./100kg	0,32	0,30	—	—	—	

Die angegebenen Verbrauchszahlen beziehen sich auf Vollbelastung des Motors, bei $\frac{3}{4}$ Belastung erhöhen sie sich um etwa 10%, bei $\frac{1}{2}$ Belastung um 30 bis 35%.

Unter Zugrundelegung der Verbrauchszahlen und Mittelpreise in vorstehender Tabelle ergeben sich vergleichsweise zusammengestellt:

Brennstoffkosten für einen Verpuffungs-
motorenbetrieb von 10 Pferdestärken Nutz-
leistung.

Motor	Brennstoffpreis	Stündliche Brenn- stoffkosten für 1 Nutzpferdestärke
Leuchtgasmotor	12,5 Pfg./cbm	6,37 Pfg.
Kraftgas- motoren	Anthrazit	2,80 Mk./100 kg
	Koks	2,40 Mk./100 kg
	Braunkohlen- briketts	1,40 Mk./100 kg
Benzinmotor	26 Mk./100 kg	8,84 „
Benzolmotor	23 Mk./100 kg	6,90 „
Petroleummotor	18 Mk./100 kg	7,56 „
Spiritusmotor	22 Mk./100 kg	9,24 „
Naphthalinmotor	10 Mk./100 kg	3,00 „

Zum Vergleich:

Dampfmaschine mit besonderem Kessel (Brennstoff für Anheizen des Kessels nicht berücksichtigt)	Steinkohle, 2,30 Mk./100 kg 8fache Verdampfung ¹⁾ 12 kg Dampfverbrauch für die PSe-std	3,45 Pfg.
--	---	-----------

Aus den Brennstoffkosten allein ist die Wirtschaftlichkeit eines Maschinenbetriebes jedoch nicht zu beurteilen. Bei einer vergleichenden Rechnung muß man stets die Gesamtanlagekosten (Maschinen und Baulichkeiten) und die Gesamtbetriebskosten (Brennstoffkosten; Verzinsung, Abschreibung, Reparaturen für Maschinen und Gebäude; Bedienung; Schmier- und Putzmaterial) in Rücksicht ziehen. Danach wird man die Entscheidung treffen können, welche Betriebskraft am zweckmäßigsten zu wählen ist; (siehe Sammlung Göschen: Die zweckmäßigste Betriebskraft I und II).

Zwölfter Abschnitt.

Gasmotor und Dampfmaschine.

Der Gasmotor ist der Dampfmaschine, was die Wärmeausnutzung anbelangt, in allen Fällen überlegen.

Um den thermischen oder Wärmewirkungsgrad der Verbrennungsmaschinen mit dem anderer Wärmekraftmaschinen, z. B. der Dampfmaschine, vergleichen zu können, stellt man die zur Erzielung einer Nutzpferdestärke aufgewandten Wärmeeinheiten einander gegenüber. Jede verbrauchte Brennstoffmenge entspricht einer bestimmten Anzahl Wärmeeinheiten und jede Wärmeeinheit ist gleichwertig einer Arbeitsleistung von 427 kgm (S. 9). Bei vollkommener Ausnutzung der

¹⁾ 1 kg Kohle von 7500 WE/kg erzeugt in gut gebauten Dampfkesseln ungefähr 8 kg Dampf.

in dem Brennstoff enthaltenen Wärme wäre zur Erzeugung einer Pferdestärkeleistung für die Stunde demnach ein Aufwand von $\frac{75 \cdot 60 \cdot 60}{427} = 632$ WE eines Brennstoffes erforderlich.

Von der im Leuchtgas enthaltenen Wärmemenge werden z. B. nach der Verbrauchstabelle S. 114 in Grenzen der aufgeführten Maschinenleistungen 2750 bis 2050 WE für die Nutzpferdestärke in der Stunde verbraucht. Der Mittelwert von 2400 WE für 1 PSe-std entspricht demnach einer Wärmeausnutzung von

$$\frac{632 \cdot 100}{2400} = 26,3 \% .$$

Etwas mehr als $\frac{1}{4}$ der dem Leuchtgas innewohnenden Wärmemenge wird im heutigen Gasmotor also in nutzbare Arbeit umgesetzt. Rechnen wir für Reibungsverluste in der Maschine 4%, dann bleiben rund 70% nutzlos verloren gehende Wärme, bzw. Arbeit, übrig. Dieser Rest entspricht der Wärmemenge, die durch Strahlung verloren geht, die mit den Abgasen entweicht und die mit dem Kühlwasser notwendigerweise abgeführt werden muß.

Weit ungünstiger ist die Wärmeausnutzung in der Dampfmaschine. Die auf S. 115 vergleichsweise angeführte ortfeste Dampfmaschine verbraucht z. B. zur Erzeugung 1 Nutzpferdestärke 12 kg Dampf = $\frac{12}{8} = 1,5$ kg Kohle = $1,5 \cdot 7500 = 11\ 250$ WE. Dieser Wärmeverbrauch entspricht einer Wärmeausnutzung von 5,6%. Kleine Auspuffdampfmaschinen von wenigen Pferdestärken Leistung nutzen die Wärme noch weit ungünstiger aus. Etwa nur 3% bis 2% der Wärmemenge,

die dem Dampfkessel mit der Kohle zugeführt wird, können in solchen Maschinen wiedergewonnen werden; 97% bis 98% gehen nutzlos verloren.

Größere neuzeitliche Dampfmaschinenanlagen zeigen allerdings einen wesentlich besseren thermischen Wirkungsgrad.

Bei gut gebauten Lokomobilen z. B. erzielt man durch die vorteilhafte Vereinigung von Dampfkessel und Dampfmaschine und die damit verbundenen kurzen Dampfwege, durch Anwendung sehr hoher Dampfspannungen (bis 15 at), höchstmögliche Überhitzung des Dampfes und Kondensation heute den für Dampfmaschinenbetrieb erstaunlich geringen Wärmeverbrauch von durchschnittlich 4000 WE/PSe-std. Dies entspricht einer Ausnutzung der in der Kohle zugeführten Wärme von 15,8%, einem Dampfverbrauch von rund 5 kg und einem Steinkohlenverbrauch von etwa 0,6 kg für die Nutzpferdestärke. Ungefähr den gleichen Wärmewirkungsgrad zeigen die heutigen Dampfturbinen.

Bei einer guten größeren Dampfmaschinenanlage entfallen etwa 25% der Wärmeverluste auf die Dampfkesselanlage, 3% auf Reibung in der Maschine, 60% auf Dampfbildung und Abwärme, so daß also rund 12% für Kraftleistung übrigbleiben.

Die verhältnismäßig ungünstig erscheinende Wärmeausnutzung in der Dampfmaschine ist vor allem begründet durch den unabänderlichen Verlust an Wärmeenergie, der in der Dampferzeugung selbst liegt. Die dem Dampfe innewohnende Wärme, die aufgewendet werden mußte, um das Wasser auf die Verdampfungstemperatur zu bringen (fühlbare oder Flüssigkeitswärme), und die noch wesentlich größere, zur Verdampfung selber erforderliche Wärmemenge (gebundene,

latente oder Verdampfungswärme) kann nicht zur Kraft-erzeugung benutzt werden. Bildet sich rückwärts durch Kondensation aus dem Dampf wieder Wasser, so wird die Wärmemenge allerdings wieder frei, doch leistet sie unmittelbar keine Arbeit mehr in der Dampfmaschine. Der Auspuffdampf der Dampfmaschine kann zu Koch- und Heizzwecken benutzt werden, das in dem Kondensator einer Dampfmaschine erwärmte Wasser wird meist dem Kesselspeisewasser zugeführt.

Der Wirkungsgrad des Gaserzeugers einer Sauggasmaschinenanlage ist das Verhältnis des Wärmegehaltes des Gases, das in den Motor eintritt, zu dem Wärmegehalt des Brennstoffes, der dem Gaserzeuger zugeführt wird.

Im Anthrazit- oder Koksgenerator werden etwa 75% bis 80% der Wärmemenge des aufgegebenen Brennstoffes gewonnen. Der Wirkungsgrad des Generators entspricht also etwa dem des Dampfkessels. Da aber bei der Sauggasanlage das Gas unmittelbar in der Maschine zur Verbrennung kommt und die wärmeverzehrende Dampferzeugung der Dampfmaschinenanlage hier wegfällt, ist der Gesamtwirkungsgrad einer Kraftgasmotorenanlage, also das Verhältnis der an der Kurbelwelle des Motors abgenommenen Arbeit zu der Wärmemenge des dem Gaserzeuger zugeführten Brennstoffes ein weit günstigerer als der Wirkungsgrad einer Dampfmaschinenanlage.

So werden z. B. in einem 50 pferdigen Anthrazit-Kraftgasmotor (nach Tabelle S. 114) 3040 WE zur Erzeugung einer Nutzpferdestärke verbraucht, was einer Wärmeausnutzung von rund 21% entspricht. Die Wärmeverluste verteilen sich etwa folgendermaßen: 25% für den Gaserzeuger, 4% für Reibung in der Ma-

schine, 27% für Abwärme (Strahlung und Auspuff), 23% für Kühlwassererwärmung.

Bei der Dampfmaschine bemerken wir ein unverhältnismäßig rasches Anwachsen des Wärmeverbrauchs mit abnehmender Maschinenleistung; dagegen ändert sich die Güte der Wärmeausnutzung bei Gasmaschinen aller Leistungsgrößen nur wenig. Ein 1½ bis 3 pferdiger Verpuffungsmotor verbraucht zur Erzeugung einer Nutzpferdestärke nicht wesentlich mehr Wärmeeinheiten, also Brennstoff, als die größte Gasmaschine.

Für kleinere und mittlere Krafterleistungen tritt demnach der Verpuffungsgasmotor mit der Dampfmaschine erfolgreich in Wettbewerb. Besonders die Ende der neunziger Jahre auftauchenden sehr billig arbeitenden Sauggasanlagen (Tabelle S. 114) schienen zuerst die Dampfmaschine allenthalben verdrängen zu wollen: Die Aufstellung einer Kraftgasanlage unterliegt nicht den strengen gesetzlichen Bestimmungen, wie die Aufstellung und der Betrieb der Dampfkessel. Die Sauggasanlage darf z. B. unter bewohnten Räumen aufgestellt werden, da gefährliche Explosionen nicht zu befürchten sind. Ein Schornstein ist nicht erforderlich, Belästigung der Umwohner durch Rauch und Ruß also ausgeschlossen. Der Raumbedarf der ganzen Anlage ist geringer als der Raumbedarf für einen Dampfkessel mit Schornstein und Maschinenraum. Die Bedienung der Sauggasanlage während des Betriebes ist weit einfacher als die Bedienung des Dampfkessels mit der Maschine oder einer Lokomobile: Der Generator ist leichter mit frischem Brennstoff zu beschicken als der Rost des Dampfkessels; die Überwachung der Wasserstandsanzeiger und Manometer, sowie die Bedienung der Pumpen fällt weg. Allerdings muß der Rost des Gene-

rators einige Male am Tage von Schlacken gereinigt werden, was während des Betriebes geschehen kann. Beim Torfgasgenerator (Fig. 50) fällt der Rost und somit seine Bedienung ganz weg.

Die stete Betriebskraft ist ein großer Vorzug der Gasmaschine; in Betriebspausen verbraucht sie wenig oder gar keinen Brennstoff, ein erkaltender Dampfkessel bedeutet nutzlos verlorengelassene Arbeit. Je nach Größe der Anlage ist ein Dampfkessel 1 bis 2 Stunden vor Betriebsbeginn anzuhetzen, der Gaserzeuger ist in weit kürzerer Zeit betriebsfähig. Das Anlassen der Gasmaschine erfolgt heute in bequemer Weise mittels Druckluft, doch kann der Motor nicht unter voller Belastung anlaufen wie die Dampfmaschine; bei großen Dampfmaschinen muß dem Anlassen ein längeres Anwärmen vorausgehen. Die Umlaufrichtung des Verpuffungsgasmotors kann nicht ohne weiteres, wie bei der Dampfmaschine, umgekehrt werden; zum Antrieb von Fördervorrichtungen ist daher die Verpuffungsgasmaschine nicht zu verwenden. (Man baut heute zwar große Verbrennungsmotoren auch umsteuerbar, siehe Teil II, Rohöl-Schiffsmaschinen.)

Die Dampfmaschine ist für ununterbrochenen Betrieb vorzüglich geeignet, sie kann jahrelang laufen, ohne größere Reinigung und ohne spätere Vermehrung ihres Brennstoffverbrauches; die Reinigung des Gasmotors ist mitunter sehr zeitraubend und muß öfters vorgenommen werden, wenn man in späteren Betriebszeiten stets denselben günstigen Gasverbrauch erzielen will, wie bei der Neuanlage.

Ein anderer großer Vorzug der Dampfmaschine ist ihre Überlastungsfähigkeit. Die Dampfmaschine ist eine überaus geduldige Maschine. Ändert sich plötzlich die

Leistung in weiten Grenzen (Sägewerk-, Ziegeleibetriebe u. dgl.), so arbeitet die Dampfmaschine bei einer Mehrbelastung von 30 bis 40% ihrer Normalleistung noch zuverlässig, ohne für die Leistungseinheit wesentlich mehr Dampf zu verbrauchen. Ebenso reguliert sie bei Minderbelastung bis an die Grenze ihrer eigenen Reibungsarbeit herab sicher und genau und folgt im Augenblick den Schwankungen der Belastung.

Es ist dagegen nicht möglich, eine Sauggasanlage mit mehr als 10% ihrer Volleistung auch nur vorübergehend zu belasten. Bei Bestimmung der Größe einer Neuanlage wird man daher die höchste jemals vorkommende Betriebsleistung in Rechnung ziehen müssen (siehe auch Teil II, Leistungserhöhung der Gasmaschinen). Ist eine spätere Vergrößerung des Betriebes in Aussicht genommen, so erweist sich der Gasmotor als eine ungeeignete Betriebskraft, denn nur bei der Vollbelastung für die er gebaut ist, ergibt sich der günstige geringe Brennstoffverbrauch, er erhöht sich beträchtlich beim Herabsinken der Belastung (siehe Schlußbemerkung der Brennstoffverbrauchs-Tabelle S. 114).

Die Dampfmaschine ist schließlich auch überall da im Vorteil, wo der Auspuffdampf nutzbare Verwendung findet zum Trocknen und Heizen von Räumen, für Wärme- und Kochzwecke in Fabrikbetrieben (z. B. in Zuckerfabriken).

Kurz die Vorteile und Nachteile der beiden Maschinengattungen zusammenfassend, läßt sich mit allgemeiner Gültigkeit sagen:

Bei Dauerbetrieben mit stark schwankender Belastung, auf alle Fälle da, wo der Abdampf nutzbar gemacht werden kann, ist die Dampfmaschine am Platze; soll jedoch der Betrieb öfters aussetzen,

handelt es sich um die Erzielung mittlerer Arbeitsleistungen und um ziemlich gleichbleibende Belastung, oder ist der Platz zur Aufstellung der Maschinenanlage beschränkt, so wird die Sauggasanlage in Frage kommen.

Die fortschreitende Entwicklung und Verbreitung des Gasmotors zwang auch die schon hoch entwickelte Dampfmaschine zu noch weiterer Vervollkommnung. Die Lokomobilindustrie besonders bildete Dampfkraftanlagen von höchster Leistungsfähigkeit aus (S. 117), und in jüngerer Zeit trat zu der üblichen Wechselstromdampfmaschine noch die sehr wirtschaftlich arbeitende Gleichstromdampfmaschine hinzu, die nur Eintrittsventile an den beiden Zylinderenden besitzt und den Dampf in der Mitte des Zylinders durch Schlitze entweichen läßt, die der überschleifende Kolben eröffnet und abschließt.

Die Großgasmaschine ist für die Hüttenwerke natürlich die gegebene Betriebskraft, und die Wirtschaftlichkeit der Torfgasmaschine oder des Dieselmotors (Teil II) kann von keiner Dampfmaschinenanlage je erreicht werden. Doch wird der Gasmotor die Dampfmaschine nie völlig ersetzen können und beide Kraftmaschinen werden auch künftighin, am richtigen Platze aufgestellt, eine zweckentsprechende Betriebskraft bilden.

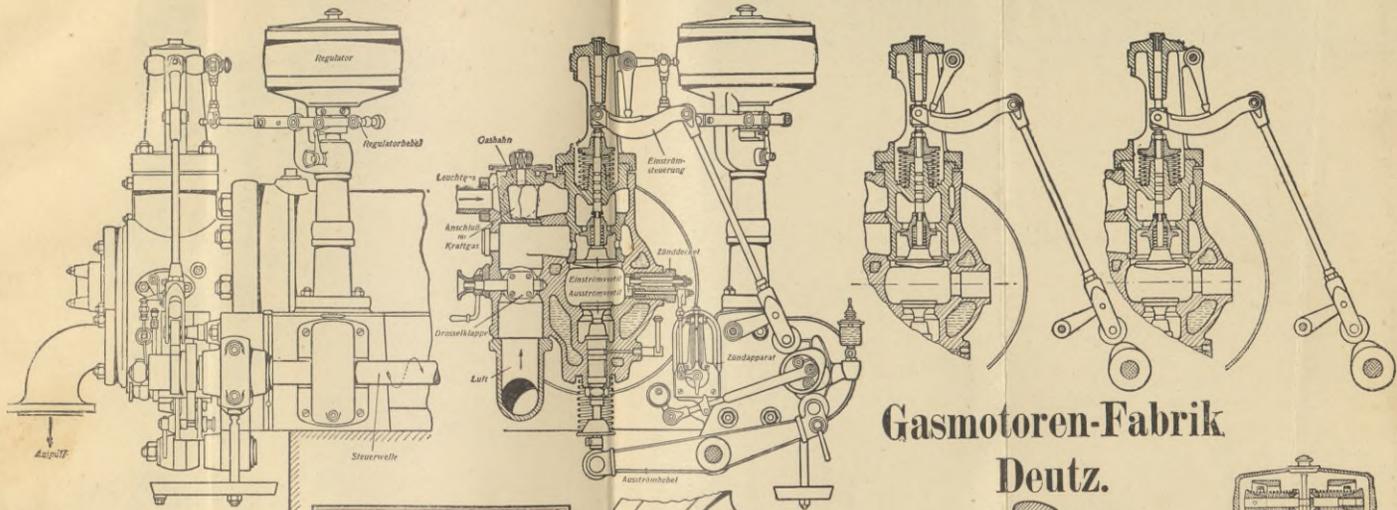


Namen- und Sachverzeichnis.

- Abgase** 25.
Abreißfunkenzündung 45.
Adiabate 9.
Alkohol 68.
Anlassen der Gasmaschinen 60.
Ansaughub (Diagramm) 24.
Äquivalent der Wärme 9.
Arbeitsdiagramm, s. Diagramm.
Atmosphärische Maschine 18.
Aufstellung eines Benzinmotors 74.
Aufstellung eines Leuchtgasmotors 29.
Ausdehnungskurve 25.
Ausnutzung der Wärme 9, 115.
Auspuffgase 25.
Auspufftopf 31.
Ausschubhub (Diagramm) 24.
Aussetzerregelung 52.
Autin 68.
Automotoren 84.
Bänkimotor 74.
Batteriezündung 45, 85.
Benzin 65, 67.
Benzingaserzeuger 70, 72.
Benzinmotor 70.
Benzol 65, 68.
Benzolspiritus 69, 91.
Bituminöse Brennstoffe 99.
Bockmotor 34, 44.
Bootsmotoren 90.
Braunkohlengenerator 102.
Brennöle 65, 67.
Brennstoff-Betriebskosten 114.
Brennstoffe für Generatorbetrieb 99.
Brennstoff-Luftgemisch 13, 67.
Brennstoffpreise 114.
Brennstoffpumpe 77.
Brennstoffverbrauch 114.
Brennstoffzerstäuber 72.
Dampfkessel 115, 117.
Dampfmaschine 115.
Destillate des Erdöls 67.
Destillate des Steinkohlenteeröls 68.
Diagramm (Arbeitsdiagramm), Ansaug- u. Ausschub — 24.
— des Flugkolbenmotors 20.
— der Lenoirmaschine 17.
— Regulierungs- (Gemischveränderung u. Füllungsveränderung) 58.
— des ursprünglichen Otto-Viertaktmotors 24.
— der Viertaktarbeitsweise 23.
Dieselmotor 6, 74.
Diffusion 13.
Doppelmotoren 37.
Doppeltwirkende Maschinen 32, 109, 111.
Dowsongas 97.
Druckgasanlage 97.
Druckluft-Anlassung 62.
Einfach- und doppeltwirkende Maschinen 32.
Elektrische Anlassung 63.
Elektrische Zündung 44.
Erdöl 65.
Erdöl-Destillate 67.
Ergin 68.
Explosionsmotor (Name) 15.
Fahrzeugmotoren 82.
Flugkolbenmotor 18.
Flugzeugmotoren 86.
Flüssige Motoren Brennstoffe 65, 68.
Flüssigkeitsmotoren, Ausführungen von — 78.
Frühzündung 43.
Füllungsregelung 56.
Gasdruckregler 30.
Gaserzeuger 97.
Gaserzeuger f. Anthrazit, Holzkohle, Koks 100.
— für Braunkohlen 102.
— für Torf 104.
Gaserzeuger-Wirkungsgrad 118.
Gas-Luftgemisch 13, 42, 57.
Gasmesser 29.
Gasmotoren, Ausführungen von 63.
Gasmotor-Zubehörteile 29.
Gemisch-Anlassung 62.
Gemisch-Regelung 55.
Gemisch-Verdichtung 23, 64, 74.
Generatoren, s. Gaserzeuger.
Gleichstrom-Dampfmaschine 122.
Glühkopfmotoren 75.
Glührohrzündung 42.
Gnom-Motor 87.
Goudron (Masut) 67.
Gradiometer 40.
Großgasmaschinen 5, 109.
Handkurbel z. Anlassen 60.
Heizwert der Brennstoffe 9, 114.
Hugon-Maschine 18.
Indikator 7.
Isotherme 8.
Kalorimeter 9.
Karburatoren 70, 72.
Kerzenzündung 49.
Kleingasmotoren, Deutzer 63.
Kolben 33.
Kombinationsregelung 52, 59, 110.
Kosten des Gaskraftmaschinenbetriebs 113.
Kraftgasanlagen 96.
Kreisprozeß 8.
Kreuzkopf 33.
Kühleinrichtungen 39.
Leichtöle 66.
Leistungserhöhung der Gasmaschinen 121.

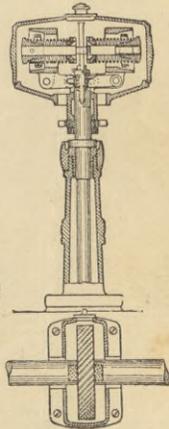
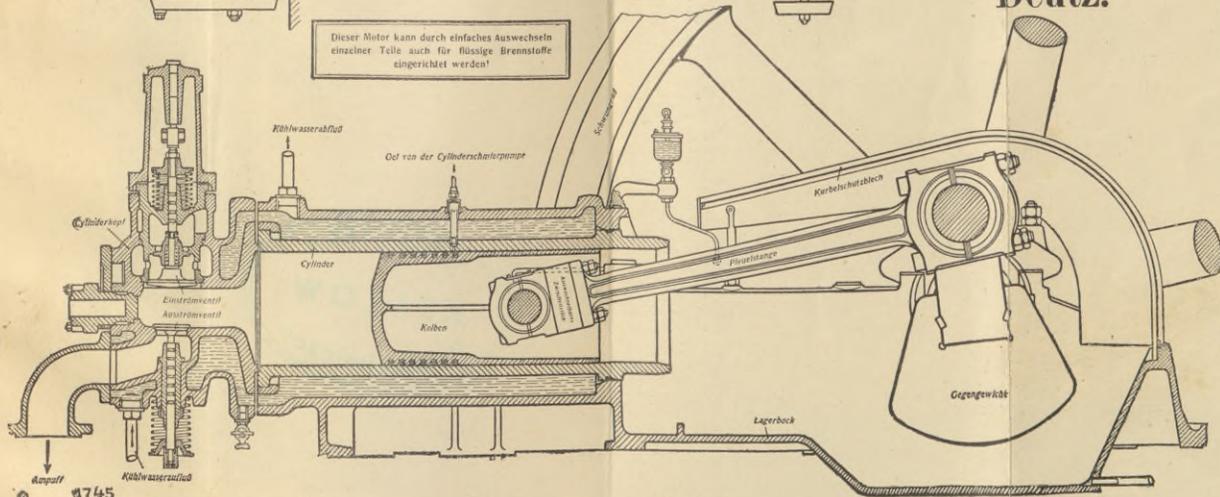
- Lenoir-Maschine 16.
 Leuchtgas 12.
 Leuchtöl 66.
 Lichtbogenzündung 49.
 Liegende und stehende Maschinen 33.
 Ligroin 67.
 Lokomobile, Dampf- 117.
 — Spiritus- 69.
 Lokomotive, Motor- 82.
 Luftbedarf zur Verbrennung 13, 24, 67.
 Luftkühlung des Zylinders 40, 87.
 Luftschiffmotoren 86.
 Magnetelektrische Zündung 45.
 Masut 67.
 Mechanisches Wärmeäquivalent 9.
 Mechanischer Wirkungsgrad 10.
 Mehrzylindermotoren 35.
 Mischspiritus 69.
 Mischventil 56.
 Motorfahrzeuge 82.
 Motorlokomobile 69.
 Motorlokomotive 82.
 Naphtha 65.
 Naphthalin 68.
 Naphthalinmotor 81.
 Naßreiniger 101.
 Nebelform des flüssigen Brennstoffes 65, 76.
 Nocken, schräger 56.
 Nockensteuerung 41.
 Öldampf 75.
 Öldampf-Luftgemisch 67.
 Ölgas 76.
 Ölmotoren, Verpuffungs- 64, 70.
 Ölnebel 65, 76.
 Ottos atmosphärische Maschine 19.
 Ottos neuer Motor (ursprünglicher Viertaktmotor) 26.
 Pendelregler 54.
 Petroleum 66.
 Petroleumdampf 75.
 Petroleummotor 75.
 Petroleumnebel 76.
 Pulvermaschinen 15.
 Pumpe für Brennöl 77.
 Regeldiagramme 58.
 Regelung der Gasmaschinen 52.
 Reihen-(Tandem-)Gasmaschine 111.
 Reiniger, Kraftgas- 101.
 Rippenkühlung 40, 87.
 Rohnaphtha 65.
 Rohöl 65.
 Rohöl-Destillate 67.
 Rohölmotoren 6.
 Rotationsmotoren 87, 89.
 Rückkühlung, Wasser- 40.
 Sauggasanlage 38, 97, 100, 102, 104.
 Sauggasanlage und Dampfmaschine 119.
 Saughub 24.
 Saugtopf 31.
 Schräger Nocken 56.
 Schweröle 66.
 Skrubber 101.
 Spiritus 68.
 Spiritus-Lokomobile 69.
 Standmotor 34.
 Stehende und liegende Maschinen 33.
 Steuerung der Gasmaschinen 40.
 Tandem-(Reihen-)Gasmaschine 111.
 Teerarme Brennstoffe 99.
 Teerreiche Brennstoffe 99.
 Thermischer Wirkungsgrad 9, 115.
 Torf 104.
 Torfgasmaschinen 108.
 Torf- und Holz-Sauggasanlage 104.
 Trockenreiniger 101.
 Überlandkraftwerke, elektrische 112.
 Überlastungsfähigkeit 120.
 Umlaufmotoren 89.
 Unterseebootmotoren, Körtings 92.
 Verbrennungsmotor (Name) 15.
 Verdampfer 75.
 Verdampferkühlung 54.
 Verdichtung des Ladegemisches 23, 64, 74.
 Verdichtungskurve 25.
 Vergaser 75.
 Verpuffung 14.
 Verpuffungsmotor (Name) 15.
 Viertaktarbeitsweise 22.
 Viertaktmaschine, einfachwirkende 32.
 Viertaktmaschine, doppeltwirkende 32, 109.
 Wärmeäquivalent 9.
 Wärmeausnutzung 116.
 Wärmewirkungsgrad 9, 115.
 Wasserkühlung 39.
 Wirkungsgrad des Gaserzeugers 118.
 — der Kraftgasmotorenanlage 118.
 — mechanischer 10.
 — thermischer 9, 115.
 — wirtschaftlicher 11.
 Wirtschaftlichkeit des Maschinenbetriebes 115.
 Zerstäubung des Brennöles 72, 77.
 Zubehörteile zum Gasmotor 29.
 Zündkerzen, elektrische 50.
 Zündmagnet 45.
 Zündvorrichtungen 42.
 Zustandsänderungen der Gase 8.
 Zweitaktarbeitsweise 26.
 Zweitaktmotor, Verpuffungs-, für Unterseeboote 91.
 Zylinderkühlung 39, 85, 87.

Deutzer Klein-Motor für gasförmige Brennstoffe.



Dieser Motor kann durch einfaches Auswechseln einzelner Teile auch für flüssige Brennstoffe eingerichtet werden!

**Gasmotoren-Fabrik
Deutz.**



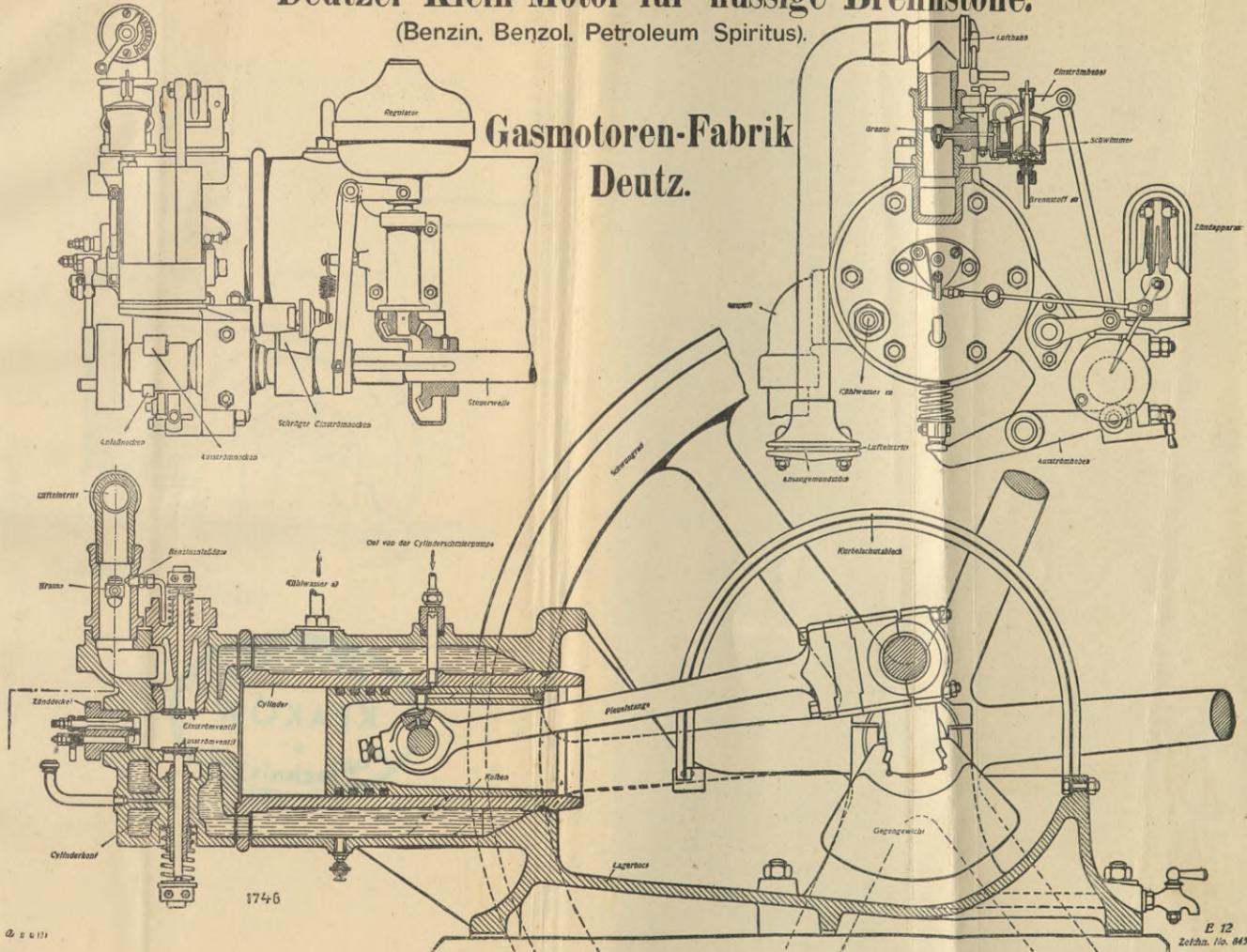
Mod. 1
Zeichn. No. 94054



Deutzer Klein-Motor für flüssige Brennstoffe.

(Benzin, Benzol, Petroleum Spiritus).

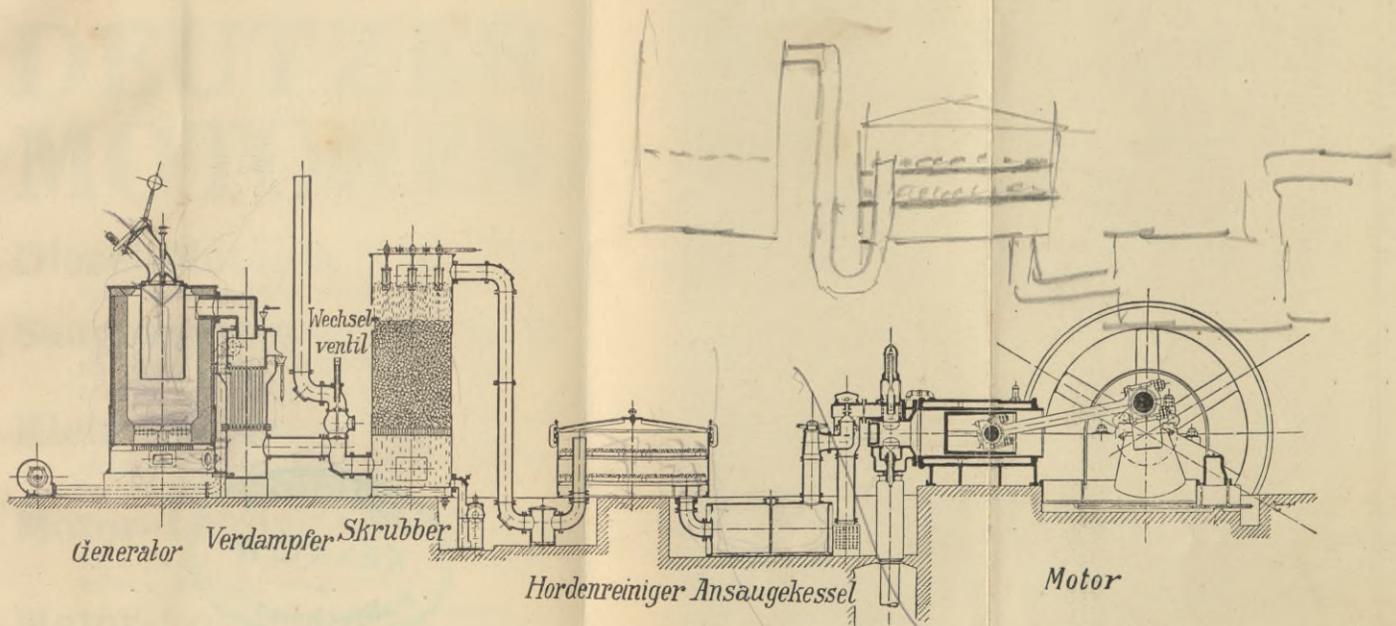
Gasmotoren-Fabrik
Deutz.



174-6

Tafel II.





Tafel III. Körtings Sauggasanlage zur Verfeuerung von Anthrazit, Holzkohle oder Koks.



S. 61

DEUTZER MOTOREN

Diesel-Motoren mit billigen Stein-
kohlenteerölen
nach uns patentiertem Verfahren arbeitend.

Sauggasmotoren-Anlagen
für Antrazit, Koks, Holzkohle, Braunkohlen-
briketts, Torf und Rauchkammerlösche.

Klein - Motoren für Leuchtgas und
flüssige Brenn-
stoffe, wie Benzin, Benzol, Antin, Naphthalin,
Spiritus, Petroleum usw.

Motor-Lokomotiven für Indu-
strie,
Klein-, Feld-, Forst-, Tunnel- und Gruben-
bahnen sowie für Rangierbetrieb.

Motor-Lokomobilen bestens be-
währt für
die Landwirtschaft.

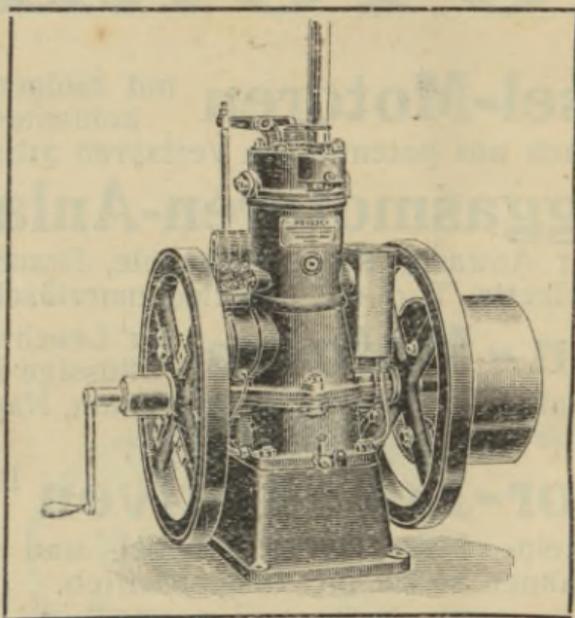
Boots-Motoren

Pumpen-Kompressoren

**Gasmotoren - Fabrik DEUTZ
CÖLN-DEUTZ**

Benz-Motoren

für Industrie, Kleingewerbe und Landwirtschaft



Zum Betrieb mit Naphtalin / Benzin /
Benzol / Leuchtgas / Petroleum und Rohöl
Bootmotoren / Lokomobilen / Fahrbare Bandsägen /
Beleuchtungswagen / Lokomotiven

Benz & Cie., Mannheim

Rheinische Automobil- und Motorenfabrik A.-G. Abt. Motorenbau.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung G. m. b. H.
Berlin W 35 und Leipzig

In unserem Verlage ist erschienen:

Maschinenbauliche Beispiele für Konstruktionsübungen zur darstellenden Geometrie

Herausgegeben von

Theodor Schmid

o. ö. Professor an der Technischen Hochschule in Wien

Folio. 20 Blätter und Doppelblätter in Mappe.
Preis 4 Mark; einzelne Blätter 15 Pf., bei 10 Stück
12 Pf., Doppelblätter 25 Pf., bei 10 Stück 20 Pf.

Inhalt:

- | | |
|--|--|
| Nr. 1. Anordnung zweier gußeiserner Pfeiler (Doppelblatt). | Nr. 11. Kugelventil. |
| „ 2. Ankerplatte (Doppelbl.). | „ 12. Kuppelungen (Doppelblatt). |
| „ 3. Wandkasten I. (Doppelblatt). | „ 13. Flanschenformstücke I. |
| „ 4. Wandkasten II. | „ 14. Schubstange (Doppelblatt). |
| „ 5. Wandkasten III. | „ 15. Kleine Schubstange. |
| „ 6. Befestigungsschraube m. Mutter, Unterlegscheibe u. Schlüssel (Doppelbl.). | „ 16. Exzenterstange (Doppelblatt). |
| „ 7. Formen des Schraubenkopfes. | „ 17. Muffenformstücke. |
| „ 8. Kleine Befestigungsschrauben. | „ 18. Flanschenformstücke II. |
| „ 9. Kesselniete. | „ 19. Bewegungsschraube mit Rechts- und Linksgewinde. (Doppelblatt). |
| „ 10. Druckwindkessel. | „ 20. Gewindearten für Befestigungsschrauben (Doppelblatt). |

Verlag von ...
1887

Mathematische Beweise für die Konstruktion der Geometrie

von
Theodor Reye

Leipzig, Verlag von B.G. Teubner, 1887.
Preis 1 Mark 50 Pfennig.

Inhalt

1. Die Grundlagen der Geometrie	1
2. Die Eigenschaften der Geraden	15
3. Die Eigenschaften der Kreise	35
4. Die Eigenschaften der Ellipsen	55
5. Die Eigenschaften der Hyperbeln	75
6. Die Eigenschaften der Parabeln	95
7. Die Eigenschaften der Kegelschnitte	115
8. Die Eigenschaften der Ebenen	135
9. Die Eigenschaften der Körper	155
10. Die Eigenschaften der Flächen	175
11. Die Eigenschaften der Linien	195
12. Die Eigenschaften der Punkte	215
13. Die Eigenschaften der Geraden	235
14. Die Eigenschaften der Kreise	255
15. Die Eigenschaften der Ellipsen	275
16. Die Eigenschaften der Hyperbeln	295
17. Die Eigenschaften der Parabeln	315
18. Die Eigenschaften der Kegelschnitte	335
19. Die Eigenschaften der Ebenen	355
20. Die Eigenschaften der Körper	375
21. Die Eigenschaften der Flächen	395
22. Die Eigenschaften der Linien	415
23. Die Eigenschaften der Punkte	435
24. Die Eigenschaften der Geraden	455
25. Die Eigenschaften der Kreise	475
26. Die Eigenschaften der Ellipsen	495
27. Die Eigenschaften der Hyperbeln	515
28. Die Eigenschaften der Parabeln	535
29. Die Eigenschaften der Kegelschnitte	555
30. Die Eigenschaften der Ebenen	575
31. Die Eigenschaften der Körper	595
32. Die Eigenschaften der Flächen	615
33. Die Eigenschaften der Linien	635
34. Die Eigenschaften der Punkte	655
35. Die Eigenschaften der Geraden	675
36. Die Eigenschaften der Kreise	695
37. Die Eigenschaften der Ellipsen	715
38. Die Eigenschaften der Hyperbeln	735
39. Die Eigenschaften der Parabeln	755
40. Die Eigenschaften der Kegelschnitte	775
41. Die Eigenschaften der Ebenen	795
42. Die Eigenschaften der Körper	815
43. Die Eigenschaften der Flächen	835
44. Die Eigenschaften der Linien	855
45. Die Eigenschaften der Punkte	875
46. Die Eigenschaften der Geraden	895
47. Die Eigenschaften der Kreise	915
48. Die Eigenschaften der Ellipsen	935
49. Die Eigenschaften der Hyperbeln	955
50. Die Eigenschaften der Parabeln	975
51. Die Eigenschaften der Kegelschnitte	995

Sammlung

Jeder Band
in Leinw. geb.

90 Pf.

Böschchen

Verzeichnis der bis jetzt erschienenen Bände

- Abwässer.** Wasser und Abwässer. Ihre Zusammensetzung, Beurteilung u. Untersuchung von Professor Dr. Emil Haezelhoff, Vorsteher der landw. Versuchsstation in Marburg in Hessen. Nr. 473.
- Ackerbau- u. Pflanzenbaulehre** v. Dr. Paul Rippert i. Essen u. Ernst Langenbeck, Gr.-Lichterfelde. Nr. 232.
- Agroverwesen und Agrarpolitik** von Prof. Dr. W. Wygodzinski in Bonn. 2 Bändchen. I: Boden u. Unternehmung. Nr. 592.
- II: Kapital u. Arbeit in der Landwirtschaft. Verwertung der landwirtschaftl. Produkte. Organisation des landwirtschaftl. Berufsstandes. Nr. 593.
- Agrikulturchemie I: Pflanzenernährung** v. Dr. Karl Graner. Nr. 329.
- Agrikulturchemische Kontrollwesen; Das,** v. Dr. Paul Kriehle in Leopoldshall-Staßfurt. Nr. 304.
- **Untersuchungsmethoden** von Prof. Dr. Emil Haezelhoff, Vorsteher der landwirtschaftl. Versuchsstation in Marburg in Hessen. Nr. 470.
- Akkumulatoren, Die, für Elektrizität** v. Kais. Reg.-Rat Dr.-Ing. Richard Albrecht in Berlin-Zehlendorf. Mit 52 Figuren. Nr. 620.
- Akustik. Theoret. Physik I: Mechanik u. Akustik.** Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an d. Techn. Hochschule in Wien. Mit 19 Abb. Nr. 76.
- **Musikalische,** von Professor Dr. Karl L. Schäfer in Berlin. Mit 36 Abbild. Nr. 21.
- Algebra. Arithmetik und Algebra** von Dr. S. Schubert, Professor an der Gelehrten Schule des Johanneums in Hamburg. Nr. 47.
- Algebra. Beispielsammlung z. Arithmetik und Algebra** von Dr. Herm. Schubert, Prof. a. d. Gelehrten Schule d. Johanneums i. Hamburg. Nr. 48.
- Algebraische Kurven.** Neue Bearbeitung von Dr. S. Wieleitner, Gymnasialprof. i. Birmasens. I: Gestaltliche Verhältnisse. Mit zahlreichen Fig. Nr. 435.
- II: Theorie u. Kurven dritter u. vierter Ordnung v. Eugen Beutel, Oberreall. in Baihingen-Enz. Mit 52 Fig. im Text. Nr. 436.
- Algen, Moose und Farnpflanzen** von Professor Dr. S. Nebahn in Hamburg. Mit zahlr. Abbildungen. Nr. 736.
- Alpen, Die,** von Dr. Rob. Sieger, Professor an der Universtät Graz. Mit 19 Abb. u. 1 Karte. Nr. 129.
- Althochdeutsche Grammatik** von Dr. Hans Naumann, Privatdozent an der Universtät Straßburg. Nr. 727.
- Althochdeutsche Literatur mit Grammatik, Übersetzung u. Erläuterungen** v. Th. Schausffler, Prof. am Realgymnasium in Ulm. Nr. 28.
- Althochdeutsches Lesebuch** von Dr. Hans Naumann, Privatdozent an der Universtät Straßburg. Nr. 734.
- Alttestamentl. Religionsgeschichte** von D. Dr. Max Löhr, Professor an der Universtät Königsberg. Nr. 292.
- Amphibien. Das Tierreich III: Reptilien u. Amphibien** v. Dr. Franz Werner, Prof. an der Universtät Wien. Mit 48 Abbild. Nr. 383.
- Analyse, Techn.-Chem.,** von Dr. G. Lunge, Prof. a. d. Eidgen. Polytechnischen Schule in Zürich. Mit 16 Abb. Nr. 195.

- Analysis, Höhere, I: Differentialrechnung.** Von Dr. Frdr. Junker, Rektor des Realgymnasiums u. d. Oberrealschule in Göppingen. Mit 67 Figuren. Nr. 87.
- — **Repetitorium und Aufgabensammlung zur Differentialrechnung** von Dr. Frdr. Junker, Rektor d. Realgymnas. u. d. Oberrealsch. in Göppingen. Mit 46 Fig. Nr. 146.
- — **II: Integralrechnung.** Von Dr. Friedr. Junker, Rektor des Realgymnas. u. d. Oberrealschule in Göppingen. Mit 89 Fig. Nr. 88.
- — **Repetitorium und Aufgabensammlung zur Integralrechnung** v. Dr. Friedr. Junker, Rekt. d. Realgymnas. und der Oberrealschule in Göppingen. Mit 50 Fig. Nr. 147.
- **Niedere**, von Prof. Dr. Benedikt Sporer in Ehingen. Mit 5 Fig. Nr. 53.
- Arbeiterfrage, Die gewerbliche**, von Werner Sombart, Prof. an der Handelshochschule Berlin. Nr. 209.
- Arbeiterversicherung** siehe: Sozialversicherung.
- Archäologie** von Dr. Friedrich Koepp, Prof. an der Universität Münster i. W. 3 Bändchen. M. 28 Abb. im Text u. 40 Tafeln. Nr. 538/40.
- Arithmetik u. Algebra** von Dr. Herm. Schubert, Prof. a. d. Gelehrten-schule des Johanneums in Hamburg. Nr. 47.
- — **Beispielsammlung zur Arithmetik und Algebra** von Dr. Herm. Schubert, Prof. a. d. Gelehrten-schule des Johanneums in Hamburg. Nr. 48.
- Armeeyerd, Das, und die Versorgung der modernen Heere mit Pferden** v. Felix von Damitz, General der Kavallerie z. D. u. ehemal. Preuß. Remonteinspetteur. Nr. 514.
- Armenwesen und Armenfürsorge.** Einführung in d. soziale Hilfsarbeit v. Dr. Adolf Weber, Prof. an der Handelshochschule in Köln. Nr. 346.
- Arzneimittel, Neuere, ihre Zusammensetzung, Wirkung und Anwendung** von Dr. med. C. Wachem, Professor der Pharmakologie an der Universität Bonn. Nr. 669.
- Ästhetik, Allgemeine**, von Prof. Dr. Max Diez, Lehrer a. d. Kgl. Akademie d. bild. Künste in Stuttgart. Nr. 300.
- Astronomie. Größe, Bewegung u. Entfernung der Himmelskörper** v. A. F. Möbius, neu bearb. von Dr. Herm. Kobold, Prof. an der Universität Kiel. I: Das Planetensystem. Mit 33 Abbildungen. Nr. 11.
- — **II: Kometen, Meteore u. das Sternsystem.** Mit 15 Figuren und 2 Sternkarten. Nr. 529.
- Astronomische Geographie** von Dr. Siegm. Günther, Professor an der Technischen Hochschule in München. Mit 52 Abbildungen. Nr. 92.
- Astrophysik.** Die Beschaffenheit der Himmelskörper v. Prof. W. F. Bislicenus. Neu bearbeitet von Dr. G. Lubendorff in Potsdam. Mit 15 Abbild. Nr. 91.
- Atherische Ole und Nichtstoffe** von Dr. F. Rochussen in Miltig. Mit 9 Abbildungen. Nr. 446.
- Auffskentwürfe** v. Oberstudientat Dr. L. E. Straub, Rektor des Eberhard-Ludwigs-Gymnas. i. Stuttg. Nr. 17.
- Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate** von Bih. Weithrecht, Prof. der Geodäsie in Stuttgart. 2 Bändchen. Mit 16 Figuren. Nr. 302 u. 641.
- Außereuropäische Erdteile, Länderkunde der**, von Dr. Franz Heiderich, Professor an der Exportakademie in Wien. Mit 11 Textkärtchen und Profilen. Nr. 63.
- Australien. Landeskunde u. Wirtschaftsgeographie des Festlandes** Australien von Dr. Kurt Hassert, Prof. d. Geographie an d. Handelshochschule in Köln. Mit 8 Abb., 6 graph. Tab. u. 1 Karte. Nr. 319.
- Autogenes Schweiß- und Schneidverfahren** von Ingen. Hans Niese in Kiel. Mit 30 Figuren. Nr. 499.
- Bade- u. Schwimmanstalten, Öffentliche**, v. Dr. Karl Wolff, Stadtoberbaur., Hannover. M. 50 Fig. Nr. 380.
- Baden. Badische Geschichte** von Dr. Karl Brunner, Prof. am Gymnas. in Bfrozheim u. Privatdozent der Geschichte an der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Nr. 230.
- **Landeskunde von Baden** von Prof. Dr. D. Nientz i. Karlsruhe. Mit Profil., Abb. u. 1 Karte. Nr. 199.

- Bahnhöfe. Hochbauten der Bahnhöfe** v. Eisenbahnbauinspekt. C. Schwab, Vorstand d. Kgl. C.-Hochbauktion Stuttgart II. I: Empfangsgebäude, Nebengebäude. Güterschuppen, Lokomotivschuppen. Mit 91 Abbildungen. Nr. 515.
- Balkanstaaten. Geschichte d. Christlichen Balkanstaaten** (Bulgarien, Serbien, Rumänien, Montenegro, Griechenland) von Dr. R. Roth in Rempten. Nr. 331.
- Bankwesen** siehe: Kredit- und Bankwesen.
- Bankwesen. Technik des Bankwesens** von Dr. Walter Conrad, stellvert. Vorsteher der statist. Abteilung der Reichsbank in Berlin. Nr. 484.
- Bauführung. Kurzgefaßtes Handbuch** über das Wesen der Bauführung v. Archit. Emil Ventinger, Assistent an d. Techn. Hochschule in Darmstadt. M. 35 Fig. u. 11 Tabell. Nr. 399.
- Baukunst, Die, des Abendlandes** v. Dr. R. Schäfer, Assist. a. Gewerhemuseum, Bremen. Mit 22 Abb. Nr. 74.
- **des Schulhauses** v. Prof. Dr.-Ing. Ernst Vetterlein, Darmstadt. I: Das Schulhaus. M. 38 Abb. Nr. 443.
- **II: Die Schulräume — Die Nebenanlagen.** M. 31 Abb. Nr. 444.
- Baummaschinen, Die, von Ingenieur** Johannes Körting in Düsseldorf. Mit 130 Abbildungen. Nr. 702.
- Bausteine. Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels** von Dr. G. Rauter in Charlottenburg. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.
- Baustoffkunde, Die, v. Prof. H. Haberstroh, Oberl. a. d. Herzogl. Baugewerkschule Holzwinden.** Mit 36 Abbildungen. Nr. 506.
- Bayern. Bayerische Geschichte** von Dr. Hans Odeli. Augsburg. Nr. 160.
- **Landeskunde des Königreichs Bayern** v. Dr. W. Göb, Prof. a. d. Kgl. Techn. Hochschule München. M. Profil, Abb. u. 1 Karte. Nr. 176.
- Befestigungswesen. Die geschichtliche Entwicklung des Befestigungswesens vom Aufkommen der Pulvergeschütze bis zur Neuzeit von Reuleaux, Major v. Stabe d. 1. Westpreuß. Pionierbataill.** Nr. 17. Mit 30 Bildern. Nr. 569.
- Beschwerderecht. Das Disziplinar- u. Beschwerderecht für Heer u. Marine** v. Dr. Max E. Mayer, Prof. a. d. Univ. Straßburg i. E. Nr. 517.
- Betriebskraft, Die zweckmäßigste, von Friedr. Barth, Oberingen. in Nürnberg. 1. Teil: Einleitung. Dampfkräftenanlagen. Verschied. Kraftmaschinen.** M. 27 Abb. Nr. 224.
- **II: Gas-, Wasser- u. Windkräftenanlagen.** M. 31 Abb. Nr. 225.
- **III: Elektromotoren. Betriebskostentabellen.** Graph. Darstell. Wahl d. Betriebskraft. M. 27 Abb. Nr. 474.
- Bevölkerungswissenschaft. Eine Einführung in die Bevölkerungsprobleme der Gegenwart** von Dr. Otto Most, Beigeordneter der Stadt Düsseldorf, Vorstand des Städtischen Statistischen Amtes und Dozent an der Akademie für kommunale Verwaltung. Nr. 696.
- Bewegungsspiele** v. Dr. E. Kohlkrausch, Prof. am Kgl. Kaiser Wilh.-Gymn. zu Hannover. Mit 15 Abb. Nr. 96.
- Bleicherei. Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe** v. Dr. Wilh. Massot, Prof. a. d. Preuß. höh. Fachschule für Textilindustrie in Krefeld. Mit 28 Fig. Nr. 186.
- Blütenpflanzen, Das System der, mit Ausschluß der Gymnospermen** von Dr. R. Pilger, Rufos am Kgl. Botanischen Garten in Berlin-Dahlem. Mit 31 Figuren. Nr. 393.
- Bodenkunde** von Dr. P. Bageler in Königsberg i. Pr. Nr. 455.
- Bolivia. Die Cordillerenstaaten** von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. I: Einleitung, Bolivia u. Peru. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 652.
- Brandenburg. Preussische Geschichte** von Prof. Dr. M. Thamm, Dir. des Kaiser Wilhelms-Gymnasiums in Montabaur. Nr. 600.
- Brasilien. Landeskunde der Republik Brasilien** von Bel Rodolpho von Shering. Mit 12 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 373.
- Brauereiwesen I: Mälzerei** von Dr. Paul Dreverhoff, Dir. der Brauerei u. Mälzerschule zu Grimma. Mit 16 Abbildungen. Nr. 303.
- **II: Brauerei.** Mit 35 Abbildungen. Nr. 724.

- Britisch-Nordamerika. Landeskunde** von **Britisch-Nordamerika** v. Prof. Dr. A. Doppel in Bremen. Mit 13 Abb. und 1 Karte. Nr. 284.
- Brückenbau, Die allgemeinen Grundlagen** des, von Prof. Dr.-Ing. Th. Landsberg, Geh. Baurat in Berlin. Mit 45 Figuren. Nr. 687.
- Buchführung in einfachen u. doppelten Posten** v. Prof. Rob. Stern, Oberl. d. Öffentl. Handelslehranst. u. Doz. d. Handelshochschule zu Leipzig. M. vielen Formul. Nr. 115.
- Buddha** von Professor Dr. Edmund Hardy. Nr. 174.
- Burgenkunde, Abriss** der, von Hofrat Dr. Otto Piper in München. Mit 30 Abbildungen. Nr. 119.
- Bürgerliches Gesetzbuch** siehe: Recht des BGB.
- Byzantinisches Reich. Geschichte** des byzantinischen Reiches von Dr. A. Roth in Rempten. Nr. 190.
- Chemie, Allgemeine u. physikalische**, von Dr. Hugo Rauffmann, Prof. an der Königl. Techn. Hochschule in Stuttgart. 2 Teile. Mit 15 Figuren. Nr. 71. 698.
- **Analytische**, von Dr. Johannes Hoppe in München. I: Theorie und Gang der Analyse. Nr. 247.
- **II: Reaktion** der Metalloide und Metalle. Nr. 248.
- **Anorganische**, von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 37.
- **Geschichte** der, von Dr. Hugo Bauer, Assist. am chemischen Laboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I: Von den ältesten Zeiten bis z. Verbrennungstheorie von Lavoisier. Nr. 264.
- **II: Von Lavoisier** bis zur Gegenwart. Nr. 265.
- **der Kohlenstoffverbindungen** von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium d. Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I. II: Aliphatische Verbindungen. 2 Teile. Nr. 191. 192.
- **III: Karbochylische Verbindungen**. Nr. 193.
- **IV: Heterochylische Verbindungen**. Nr. 194
- **Organische**, von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 38.
- Chemie, Pharmazeutische**, von Privatdozent Dr. C. Mannheim in Bonn. 4 Bändchen. Nr. 543/44, 588 u. 682.
- **Physiologische**, von Dr. med. A. Legahn in Berlin. I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.
- **II: Dissimilation**. Nr. 1 Tafel. Nr. 241.
- **Toxikologische**, von Privatdozent Dr. C. Mannheim in Bonn. Mit 6 Abbildungen. Nr. 465.
- Chemische Industrie, Anorganische**, von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. I: Die Leblancoda-industrie und ihre Nebenzweige. Mit 12 Tafeln. Nr. 205.
- **II: Calcinwesen, Kalisalze, Düngerindustrie** und Verwandtes. Mit 6 Tafeln. Nr. 206.
- **III: Anorganische chemische Präparate**. Nr. 6 Taf. Nr. 207.
- Chemische Technologie, Allgemeine**, von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.
- Chemisch-Technische Analyse** von Dr. G. Lunge, Prof. an der Eidgen. Polytechnischen Schule in Zürich. Mit 16 Abbild. Nr. 195.
- Chemisch-technische Rechnungen** v. Chem. H. Deegener. Mit 4 Figuren. Nr. 701.
- Chile, Landeskunde** von (República de Chile) von Prof. Dr. B. Stange in Schleswig. Mit 3 Profilen, 16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 743.
- Christlichen Literaturen des Orients, Die**, von Dr. Anton Baumstark. I: Einleitung. — Das christlich-aramäische u. d. koptische Schrifttum. Nr. 527.
- **II: Das christl.-arab. und das äthiop. Schrifttum**. — Das christl. Schrifttum d. Armenier und Georgier. Nr. 528.
- Colombia. Die Cordillerenstaaten** von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. II: Ecuador, Colombia u. Venezuela. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 653.
- Cordillerenstaaten, Die**, von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. I: Einleitung, Bolivia u. Peru. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 652.
- **II: Ecuador, Colombia u. Venezuela**. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 653.

- Dampfkessel, Die.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium u. den praktischen Gebrauch von Obergeringen Friedr. Barth in Nürnberg. I: Kesselsysteme und Feuerungen. Mit 43 Fig. Nr. 9.
- II: Bau und Betrieb der Dampfkessel. Nr. 57 Fig. Nr. 521.
- Dampfmaschinen, Die.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedr. Barth, Obergeringen in Nürnberg. 2 Bdchn. I: Wärmethoretische und dampftechn. Grundlag. Mit 64 Fig. Nr. 8.
- II: Bau u. Betrieb der Dampfmaschinen. Mit 109 Fig. Nr. 572.
- Dampfturbinen, Die,** ihre Wirkungsweise u. Konstruktion von Ingen. Herm. Wilda, Prof. a. staatl. Technikum in Bremen. 3 Bdchn. Mit zahlr. Abb. Nr. 274, 715 u. 716.
- Desinfektion** von Dr. W. Christian, Stabsarzt a. D. in Berlin. Mit 18 Abbildungen. Nr. 546.
- Determinanten** von B. B. Fischer, Oberl. a. d. Oberrealsch. z. Großlichterfelde. Nr. 402.
- Deutsche Alterschüler** von Dr. Franz Fuhse, Dir. d. städt. Museums in Braunschweig. Nr. 70 Abb. Nr. 124.
- Deutsche Fortbildungsschulwesen,** Das, nach seiner geschichtlichen Entwicklung u. in seiner gegenwärt. Gestalt von H. Sierds, Revisor gewerbl. Fortbildungsschulen in Schleswig. Nr. 392.
- Deutsches Fremdwörterbuch** von Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 273.
- Deutsche Geschichte** von Dr. F. Kurze, Prof. a. Kgl. Luisengymnas. in Berlin. I: Mittelalter (bis 1519). Nr. 33.
- II: Zeitalter der Reformation und der Religionskriege (1517 bis 1648). Nr. 34.
- III: Vom Westfälischen Frieden bis zur Auflösung des alten Reichs (1648—1806). Nr. 35.
- siehe auch: Quellenkunde.
- Deutsche Grammatik** und kurze Geschichte der deutschen Sprache von Schulrat Prof. Dr. D. Lyon in Dresden. Nr. 20.
- Deutsche Handelskorrespondenz** von Prof. Th. de Beauz, Officier de l'Instruction Publique. Nr. 182.
- Deutsches Handelsrecht** von Dr. Karl Lehmann, Prof. an der Universität Göttingen. 2 Bde. Nr. 457 u. 458.
- Deutsche Heldensage,** Die, von Dr. Otto Luitp. Friczel, Prof. a. d. Univ. Würzburg. Mit 5 Taf. Nr. 32.
- Deutsche Kirchenlied,** Das, in seinen charakteristischen Erscheinungen ausgewählt v. D. Friedrich Spitta, Prof. a. d. Universität in Straßburg i. E. I: Mittelalter u. Reformationszeit. Nr. 602.
- Deutsches Kolonialrecht** von Prof. Dr. H. Ebler von Hoffmann, Studien-director d. Akademie f. kommunale Verwaltung in Düsseldorf. Nr. 318.
- Deutsche Kolonien.** I: Togo und Kamerun von Prof. Dr. R. Dove. Nr. 16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 441.
- II: Das Südseegebiet und Kiautschou von Prof. Dr. R. Dove. Mit 16 Tafeln u. 1 lith. Karte. Nr. 520.
- III: Ostafrika von Prof. Dr. R. Dove. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 567.
- IV: Südwestafrika von Prof. Dr. R. Dove. Mit 16 Taf. und 1 lithogr. Karte. Nr. 637.
- Deutsche Kulturgeschichte** von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.
- Deutsches Leben im 12. u. 13. Jahrhundert.** Realkommentar zu den Volks- u. Kunstepen u. zum Minnesang. Von Prof. Dr. Jul. Dieffenbacher in Freiburg i. B. I: Öffentliches Leben. Mit zahlreichen Abbildungen. Nr. 93.
- II: Privatleben. Mit zahlreichen Abbildungen. Nr. 328.
- Deutsche Literatur des 13. Jahrhunderts.** Die Epigonen d. höfischen Epos. Auswahl a. deutschen Dichtungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junt, Altarius der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Nr. 289.
- Deutsche Literaturdenkmäler** des 14. u. 15. Jahrhunderts. Ausgewählt und erläutert von Dr. Hermann Jantzen, Direktor d. Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 181.
- des 16. Jahrhunderts. I: Martin Luther und Thom. Murner. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlitz, Oberlehrer am Nikolaigymn. zu Leipzig. Nr. 7.

Deutsche Literaturdenkmäler des 16. Jahrhunderts. II: Hans Sachs. Ausgewählt u. erläutert. v. Prof. Dr. J. Sahr. Nr. 24.

— — III: Von Brant bis Rollenhagen: Brant, Gutten, Fischart, sowie Tierepos u. Fabel. Ausgew. u. erläutert. von Prof. Dr. Julius Sahr. Nr. 36.

— des 17. und 18. Jahrhunderts bis Klopstock. I: Lyrik von Dr. Paul Legband in Berlin. Nr. 364.

— — II: Prosa v. Dr. Hans Legband in Kassel. Nr. 365.

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

Deutsche Literaturgeschichte d. Klassikerzeit v. Carl Weitbrecht, durchgesehen u. ergänzt v. Karl Berger. Nr. 161.

— des 19. Jahrhunderts von Carl Weitbrecht, neu bearbeitet von Dr. Rich. Weitbrecht in Wimpfen. I. II. Nr. 134, 135.

Deutsche Lyrik, Geschichte der, von Prof. Dr. Rich. Findeis in Wien. 2 Bde. Nr. 737/8.

Deutschen Mundarten, Die, von Prof. Dr. H. Reis in Mainz. Nr. 605.

Deutsche Mythologie. Germanische Mythologie von Dr. Eugen Mogl, Prof. an der Universität Leipzig. Nr. 15.

Deutschen Personennamen, Die, v. Dr. Rud. Kleinpaul i. Leipzig. Nr. 422.

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

Deutsche Rechtsgeschichte v. Dr. Richard Schröder, Prof. a. d. Univ. Heidelberg. I: Bis z. Mittelalter. Nr. 621.

— — II: Die Neuzeit. Nr. 664.

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

Deutsche Schule, Die, im Auslande von Hans Amrhein, Seminaroberlehrer in Rheydt. Nr. 259.

Deutsches Seerecht v. Dr. Otto Brandis, Oberlandesgerichtsrat in Hamburg. I: Allgem. Lehren: Personen u. Sachen d. Seerechts. Nr. 386.

— — II: Die einz. seerechtl. Schulverhältnisse: Verträge des Seerechts u. außervertragliche Haftung. Nr. 387.

Deutsche Stammeskunde v. Dr. Rud. Much, a. o. Prof. a. d. Univ. Wien. Mit 2 Kart. u. 2 Taf. Nr. 126.

Deutsche Stadt, Die, und ihre Verwaltung. Eine Einführung i. d. Kommunalpolitik d. Gegenw. Herausgeg. v. Dr. Otto Most, Beigeordn. d. Stadt Düsseldorf. I: Verfassung u. Verwaltung im allgemeinen; Finanzen und Steuern; Bildungs- und Kunstpflege; Gesundheitspflege. Nr. 617.

— — II: Wirtschafts- u. Sozialpolitik. Nr. 662.

— — III: Technik: Städtebau, Tief- u. Hochbau. Mit 48 Abb. Nr. 663.

Deutsches Unterrichtsweisen. Geschichte des deutschen Unterrichtswesens v. Prof. Dr. Friedrich Seiler, Direktor des Kgl. Gymnasiums zu Ludau. I: Von Anfang an bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. Nr. 275.

— — II: Vom Beginn d. 19. Jahrh. bis auf die Gegenwart. Nr. 276.

Deutsche Urheberrecht, Das, an literarischen, künstlerischen u. gewerblichen Schöpfungen, mit besonderer Berücksichtigung der internat. Verträge v. Dr. Gust. Rauter, Patentanwalt in Charlottenburg. Nr. 263.

Deutsche Volkslied, Das, ausgewählt u. erläutert von Prof. Dr. Jul. Sahr. 2 Bändchen. Nr. 25 u. 132.

Deutsche Wehrverfassung von Karl Endres, Geheimer Kriegsrat u. vortragender Rat im Kriegsministerium in München. Nr. 401.

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

Deutsche Zeitungswesen, Das, v. Dr. R. Brunhuber i. Köln a. Rh. Nr. 400.

Deutsches Zivilprozessrecht von Prof. Dr. Wilhelm Risch in Straßburg i. E. 3 Bände. Nr. 428—430.

Deutschland in römischer Zeit von Dr. Franz Cramer, Provinzialschulrat zu Münster i. W. Mit 23 Abbildungen. Nr. 633.

Dichtungen aus mittelhochdeutscher Frühzeit. In Ausw. mit Einlgt. u. Wörterb. herausgeg. v. Dr. Herm. Fanken, Direktor d. Königin Luise-Schule i. Königsberg i. Pr. Nr. 137.

Dietschep. Rudrun und Dietrich-epen. Mit Einleitung u. Wörterbuch von Dr. O. L. Firiczek, Prof. a. d. Universität Würzburg. Nr. 10.

Differentialrechnung von Dr. Friedr. Junfer, Rektor d. Realgymnasiums u. der Oberrealschule in Göppingen. Mit 68 Figuren. Nr. 87.

- Differentialrechnung. Repetitorium u. Aufgabensammlung zur Differentialrechnung v. Dr. Friedr. Junfer, Rektor des Realgymnasiums u. d. Oberrealschule in Göppingen. Mit 46 Fig. Nr. 146.**
- Disziplinar- u. Beschwerderecht für Heer u. Marine, Das, von Dr. Max E. Mayer, Professor a. d. Universität Straßburg i. E. Nr. 517.**
- Drogenkunde von Rich. Dorstewitz in Leipzig und Georg Ottersbach in Hamburg. Nr. 413.**
- Druckwasser- und Druckluft-Anlagen. Pumpen, Druckwasser- u. Druckluft-Anlagen von Dipl.-Ing. Rudolf Bogdt, Regierungsbaumeistr. a. D. in Aachen. Mit 87 Fig. Nr. 290.**
- Guador. Die Cordillerenstaaten von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. II: Guador, Colombia u. Venezuela. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 653.**
- Ebdalieder mit Grammatik, Uebersetzg. u. Erläuterungen von Dr. Wilhelm Ranisch, Gymnasialoberlehrer in Osnabrück. Nr. 171.**
- Eisenbahnbau. Die Entwicklung des modernen Eisenbahnbaues v. Dipl.-Ing. Alfred Birk, o. ö. Prof. a. d. k. k. Deutschen Techn. Hochschule in Prag. Mit 27 Abbild. Nr. 553.**
- Eisenbahnbetrieb, Der, v. S. Scheibner, Königl. Oberbaurat a. D. in Berlin. Mit 3 Abbildgn. Nr. 676.**
- Eisenbahnen, Die Linienführung der, von H. Wegele, Professor an der Techn. Hochschule in Darmstadt. Mit 52 Abbildungen. Nr. 623.**
- Eisenbahnfahrzeuge von H. Hinnenthal, Regierungsbaumeister u. Oberingen. in Hannover. I: Die Lokomotiven. Mit 89 Abbild. im Text und 2 Tafeln. Nr. 107.**
- — II: Die Eisenbahnwagen und Bremsen. Mit Anh.: Die Eisenbahnfahrzeuge im Betrieb. Mit 56 Abb. im Text u. 3 Taf. Nr. 108.
- Eisenbahnpolitik. Geschichte d. deutschen Eisenbahnpolitik v. Betriebsinspektor Dr. Edwin Rech in Karlsruhe i. B. Nr. 533.**
- Eisenbahnverkehr, Der, v. Kgl. Eisenbahn-Rechnungsdirektor Th. Wilbrand in Berlin-Friedenau. Nr. 618.**
- Eisenbetonbau, Der, v. Reg.-Baumeistr. Karl Köpfe. Nr. 75 Abbild. Nr. 349.**
- Eisenbetonbrücken von Dr.-Ing. A. W. Schaechterle in Stuttgart. Mit 104 Abbildungen. Nr. 627.**
- Eisenhüttenkunde von A. Krauß, dipl. Hütteningenieur. I: Das Roheisen. Mit 17 Fig. u. 4 Taf. Nr. 152.**
- — II: Das Schmiedeeisen. Nr. 25 Fig. u. 5 Taf. Nr. 153.
- Eisenkonstruktionen im Hochbau von Ingen. Karl Schindler in Meissen. Mit 115 Figuren. Nr. 322.**
- Eiszeitalter, Das, v. Dr. Emil Berth in Berlin-Wilmersdorf. Mit 17 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 431.**
- Elastizitätslehre für Ingenieure I: Grundlagen und Allgemeines über Spannungszustände, Zylinder, Ebene Platten, Torsion, Gebümmte Träger. Von Dr.-Ing. Max Enßlin, Prof. a. d. Kgl. Baugewerkschule Stuttgart und Privatdozent a. d. Techn. Hochschule Stuttgart. Mit 60 Abbild. Nr. 519.**
- Elektrischen Meßinstrumente, Die, von J. Herrmann, Prof. an der Techn. Hochschule in Stuttgart. Mit 195 Figuren. Nr. 477.**
- Elektrische Öfen von Dr. Hans Goerges in Berlin-Süden. Mit 68 Abbildgn. Nr. 704.**
- Elektrische Schaltapparate von Dr.-Ing. Erich Bedmann, Professor an der Technischen Hochschule Hannover. Mit 54 Fig. u. 107 Abb. auf 20 Tafeln. Nr. 711.**
- Elektrische Telegraphie, Die, von Dr. Lud. Kellstab. Mit 19 Fig. Nr. 172.**
- Elektrizität. Theoret. Physik III: Elektrizität u. Magnetismus von Dr. Gust. Jäger, Prof. a. d. Techn. Hochschule in Wien. Mit 33 Abbildgn. Nr. 78.**
- Elektrochemie von Dr. Heinr. Danneel in Genf. I: Theoretische Elektrochemie u. ihre physikalisch-chemischen Grundlagen. Mit 16 Fig. Nr. 252.**
- — II: Experiment. Elektrochemie, Meßmethoden, Leitfähigkeit, -Lösungen. Mit 26 Fig. Nr. 253.
- Elektromagnet. Lichttheorie. Theoret. Physik IV: Elektromagnet. Lichttheorie u. Elektronik von Professor Dr. Gust. Jäger in Wien. Mit 21 Figuren. Nr. 374.**
- Elektrometallurgie von Dr. Friedrich Regelsberger, Kaiserl. Reg.-Rat in Steglitz-Berlin. Nr. 16 Fig. Nr. 110.**

- Elektrotechnik.** Einführung in die Starkstromtechnik v. J. Herrmann, Prof. d. Elektrotechnik an der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I: Die physikalischen Grundlagen. Mit 95 Fig. u. 16 Taf. Nr. 196.
- II: Die Gleichstromtechnik. Mit 118 Fig. und 16 Taf. Nr. 197.
- III: Die Wechselstromtechnik. Mit 154 Fig. u. 16 Taf. Nr. 198.
- IV: Die Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie. Mit 96 Figuren u. 16 Tafeln. Nr. 657.
- Elektrotechnik.** Die Materialien des Maschinenbaues und der Elektrotechnik von Ing. Prof. Herm. Wilba i. Bremen. Nr. 3 Abb. Nr. 476.
- Elfaß-Lothringen, Landeskunde von,** v. Prof. Dr. R. Langenbeck in Straßburg i. E. Mit 11 Abbild. u. 1 Karte. Nr. 215.
- Englisch.** Neuenglische Laut- u. Formenlehre siehe: Neuenglisch.
- Englisch-deutsches Gesprächsbuch** von Prof. Dr. E. Hausknecht in Lausanne. Nr. 424.
- Englisch für Techniker.** Ein Lese- und Übungsbuch f. Ing. u. zum Gebrauch an Techn. Lehranstalten. Unter Mitarb. v. Albany Featherstonhaugh, Dozent a. d. militärtechn. Akad. i. Charlottenburg herausgeg. von Ingenieur Carl Boll, Direktor der Beuth-Schule, Berlin. I. Teil. Mit 25 Fig. Nr. 705.
- Englische Geschichte** v. Prof. S. Gerber, Oberlehrer in Düsseldorf. Nr. 375.
- Englische Handelskorrespondenz** von E. C. Whitfield, M. A., Oberlehrer an King Edward VII Grammar School in King's Lynn. Nr. 237.
- Englische Literaturgeschichte** von Dr. Karl Weiser in Wien. Nr. 69.
- Englische Literaturgeschichte.** Grundzüge und Haupttypen d. englischen Literaturgeschichte von Dr. Arnold W. R. Schröder, Professor an der Handelshochschule in Köln. 2 Teile. Nr. 286, 287.
- Englische Phonetik mit Leseübungen** von Dr. A. C. Dunstan, Lektor an der Univ. Königsberg i. Pr. Nr. 601.
- Entwicklungsgeschichte der Tiere** von Dr. Johannes Meisenheimer, Prof. der Zoologie an der Universität Jena. I: Furchung, Primitivlagen, Larven, Formbildung, Embryonalhüllen. Mit 48 Fig. Nr. 378.
- Entwicklungsgeschichte der Tiere** von Dr. Joh. Meisenheimer, Prof. der Zool. a. d. Univ. Jena. II: Organbildg. Mit 46 Fig. Nr. 379.
- Epigonen, Die, des höfischen Epos.** Auswahl aus deutschen Dichtungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junk, Altuarium d. Kaiserl. Akad. der Wissenschaften in Wien. Nr. 289.
- Erbrecht.** Recht des Bürgerl. Gesetzbuches. Fünftes Buch: Erbrecht von Dr. Wilhelm von Blume, ord. Prof. der Rechte an der Univ. Tübingen. I. Abteilung: Einleitung — Die Grundlagen des Erbrechts. II. Abteilung: Die Nachlassbeteiligten. Mit 23 Figuren. Nr. 659/60.
- Erbbau** von Reg.-Baum. Erwin Link in Stuttgart. Mit 72 Abbild. Nr. 630.
- Erdmagnetismus, Erdstrom u. Polarlicht** von Dr. A. Nippoldt, Mitglied des Königl. Preussischen Meteorologischen Instituts in Potsdam. Mit 7 Tafeln und 16 Figuren. Nr. 175.
- Erbteile, Länderkunde der außereuropäischen,** von Dr. Franz Heiderich, Prof. a. d. Exportakad. in Wien. Mit 11 Textkärtchen u. Profilen. Nr. 63.
- Ernährung und Nahrungsmittel** von Oberstabsarzt Professor G. Bischoff in Berlin. Mit 4 Abbild. Nr. 464.
- Ethik** von Prof. Dr. Thomas Adellis in Bremen. Nr. 90.
- Europa, Länderkunde von,** von Dr. Franz Heiderich, Prof. a. d. Exportakademie in Wien. Mit 14 Textkärtchen u. Diagrammen u. einer Karte der Alpenenteilung. Nr. 62.
- Exkursionsflora von Deutschland** zum Bestimmen d. häufigeren i. Deutschland wildwachsenden Pflanzen von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. 2 Teile. Mit je 50 Abbildungen. Nr. 268 und 269.
- Experimentalphysik** v. Prof. R. Langin Stuttgart. I: Mechanik d. fest., flüss. u. gasigen Körper. Nr. 125 Fig. Nr. 611.
- II: Wellenlehre u. Akustik. Mit 69 Figuren. Nr. 612.
- Explosivstoffe.** Einführung in d. Chemie der explosiven Vorgänge von Dr. G. Brunswig in Steglitz. Mit 6 Abbild. und 12 Tab. Nr. 333.
- Familienrecht.** Recht d. Bürgerlichen Gesetzbuches. Viertes Buch: Familienrecht von Dr. Heinrich Tise, Prof. a. d. Univ. Göttingen. Nr. 305.

- Färberei, Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe** von Dr. Wilhelm Massot, Prof. an der Preussischen höheren Fachschule f. Textilindustrie in Krefeld. Mit 28 Fig. Nr. 186.
- Farnpflanzen** siehe: Algen, Moose und Farnpflanzen.
- Feldgeschütz, Das moderne, v. Oberstleutnant W. Heydenreich, Militärlehrer a. d. Militärtechn. Akademie in Berlin. I: Die Entwicklung des Feldgeschützes seit Einführung des gezogenen Infanteriegewehrs bis einschl. der Erfindung des rauchl. Pulvers, etwa 1850 bis 1890. Mit 1 Abbild. Nr. 306.**
- **II: Die Entwicklung d. heutigen Feldgeschützes auf Grund der Erfindung des rauchlosen Pulvers, etwa 1890 bis zur Gegenwart. Mit 11 Abbild. Nr. 307.**
- Fernmeldewesen. Das elektrische Fernmeldewesen bei den Eisenbahnen von R. Fink, Geheim. Raturat in Hannover. Mit 50 Figuren. Nr. 707.**
- Fernsprechwesen, Das, von Dr. Ludwig Kellstab in Berlin. Mit 47 Fig. und 1 Tafel. Nr. 155.**
- Festigkeitslehre v. Prof. W. Hauber, Dipl.-Ing. Mit 56 Fig. Nr. 288.**
- **Aufgabensammlung zur Festigkeitslehre mit Lösungen von R. Haren, Diplom-Ingenieur in Mannheim. Mit 42 Fig. Nr. 491.**
- Fette, Die, und Ole sowie die Seifen- u. Kerzenfabrikat. u. d. Harze, Lade, Firnisse m. ihren wicht. Hilfsstoffen von Dr. Karl Braun in Berlin. I: Einführung in die Chemie, Besprechung einiger Salze und der Fette und Ole. Nr. 335.**
- **II: Die Seifenfabrikation, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation. Mit 25 Abbildungen. Nr. 336.**
- **III: Harze, Lade, Firnisse. Nr. 337.**
- Feuerwaffen. Geschichte d. gesamten Feuerwaffen bis 1850. Die Entwicklung der Feuerwaffen v. ihrem ersten Auftreten bis zur Einführung d. gezogen. Hinterlader, unter besond. Berücksichtig. d. Heeresbewaffnung von Major a. D. W. Gohlke, Steglitz-Berlin. Mit 105 Abbildungen. Nr. 530.**
- Feuerwerkerei, Die, von Direktor Dr. Alfons Bujard, Vorstand des Städt. Chemischen Laboratoriums in Stuttgart. Mit 6 Fig. Nr. 634.**
- Filzfabrikation, Textil-Industrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation von Professor Max Gürtler, Geh. Regierungsr. im Kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Fig. Nr. 185.**
- Finanzsysteme der Großmächte, Die, (Internat. Staats- und Gemeinde-Finanzwesen) v. O. Schwarz, Geh. Oberfinanzrat in Berlin. 2 Bändchen. Nr. 450 und 451.**
- Finanzwissenschaft von Präsident Dr. R. van der Borcht in Berlin. I: Allgemeiner Teil. Nr. 148.**
- **II: Besonderer Teil (Steuerlehre). Nr. 391.**
- Finnisch-ugrische Sprachwissenschaft von Dr. Josef Szinnhei, Prof. an der Universität Budapest. Nr. 463.**
- Finnland. Landeskunde des Europäischen Russlands nebst Finnlands von Prof. Dr. A. Philippson in Halle a. S. Nr. 359.**
- Firnisse. Harze, Lade, Firnisse von Dr. Karl Braun in Berlin. (Fette und Ole III.) Nr. 337.**
- Fische. Das Tierreich IV: Fische von Prof. Dr. Max Rauther in Neapel. Mit 37 Abbild. Nr. 356.**
- Fischerei und Fischzucht von Dr. Karl Edstein, Prof. a. d. Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens. Nr. 159.**
- Flechten, Die. Eine Übersicht unserer Kenntnisse v. Prof. Dr. G. Lindau, Rustos a. Kgl. Botanisch. Museum, Privatdozent an d. Univerf. Berlin. Mit 55 Figuren. Nr. 683.**
- Flora. Exkursionsflora von Deutschland zum Bestimmen der häufigeren in Deutschland wildwachsenden Pflanzen v. Dr. W. Migula, Prof. a. d. Forstakademie Eisenach. 2 Teile. Mit je 50 Abbild. Nr. 268, 269.**
- Flußbau von Regierungsbaumeister Otto Rappold in Stuttgart. Mit 103 Abbildungen. Nr. 597.**
- Fördermaschinen, Die elektrisch betriebenen, von A. Balthaser, Dipl.-Bergingenieur. Mit 62 Figuren. Nr. 678.**

- Forensische Psychiatrie** von Professor Dr. W. Wegandt, Dir. d. Irrenanstalt Friedrichsberg i. Hamburg. 2 Bändchen. Nr. 410 u. 411.
- Forstwissenschaft** v. Dr. Ad. Schwappach, Prof. a. d. Forstakad. Eberswalde, Abteil.-Dirig. b. d. Hauptstat. d. forstl. Versuchswesens. Nr. 106.
- Fortbildungsschulwesen**, Das deutsche, nach seiner geschichtl. Entwicklung u. i. sein. gegenwärt. Gestalt v. H. Sierds, Revisor gewerbl. Fortbildungsschulen in Schleswig. Nr. 392.
- Franken**. Geschichte Frankens v. Dr. Christ. Meyer, Rgl. preuß. Staatsarchivar a. D., München. Nr. 434.
- Frankreich**. Französische Geschichte v. Dr. R. Sternfeld, Prof. an der Universität Berlin. Nr. 85.
- Frankreich**. Landesl. v. Frankreich v. Dr. Rich. Reufe, Direkt. d. Oberrealschule in Spandau. 1. Bändch. N. 23 Abb. im Text u. 16 Landschaftsbild. auf 16 Taf. Nr. 466.
- 2. Bändchen. Mit 15 Abb. im Text, 18 Landschaftsbild. auf 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 467.
- Französisch-deutsches Gesprächsbuch** von E. Francillon, Lektor am orientalis. Seminar u. an d. Handelshochschule in Berlin. Nr. 596.
- Französische Grammatik** von Chyprien Francillon, Lehrer am orient. Seminar und an der Handelshochschule in Berlin. Nr. 729.
- Französische Handelskorrespondenz** v. Prof. Th. de Beaure, Officier de l'Instruction Publique. Nr. 183.
- Französisches Lesebuch** mit Wörterverzeichnis von Chyprien Francillon, Lektor a. orient. Seminar u. a. d. Handelshochschule i. Berlin. Nr. 643.
- Fremdwort**, Das, im Deutschen v. Dr. Rud. Kleinpaul, Leipzig. Nr. 55.
- Fremdwörterbuch**, Deutsches, von Dr. Rud. Kleinpaul, Leipzig. Nr. 273.
- Fuge**. Erläuterung u. Anleitung zur Komposition derselben v. Prof. Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 418.
- Funktionentheorie** von Dr. Konrad Knopp, Privatdozent an der Universität Berlin. I: Grundlagen der allgemeinen Theorie der analyt. Funktionen. Mit 9 Fig. Nr. 668.
- II: Anwendungen der Theorie zur Untersuchung spezieller analytischer Funktionen. Mit 10 Figuren. Nr. 703.
- Funktionentheorie**, Einleitung in die, (Theorie der komplexen Zahlenreihen) von Max Kose, Oberlehrer an der Goetheschule in Deutsch-Wilmersdorf. Mit 10 Fig. Nr. 581.
- Fußartillerie**, Die, ihre Organisation, Bewaffnung u. Ausbildg. v. Speltt, Oberleutn. im Lehrbat. d. Fußart.-Schießschule u. Biermann, Oberleutn. in der Versuchsbatt. d. Art.-Prüfungskomm. N. 35 Fig. Nr. 560.
- Gardinenfabrikation**. Textilindustrie II: Weberei, Wirkerei, Fokamentiererei, Spitzen- u. Gardinenfabrikation u. Filzfabrikation von Prof. Max Gürtler, Geh. Reg.-Rat im Rgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Figuren. Nr. 185.
- Gas- und Wasserinstallationen** mit Einschluß der Abortanlagen von Prof. Dr. phil. und Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. Mit 119 Abbildungen. Nr. 412.
- Gaskraftmaschinen**, Die, v. Ing. Alfred Kirische in Kiel. 2 Bändchen. Mit 116 Abb. u. 6 Tafeln. Nr. 316 u. 651.
- Gasthäuser und Hotels** von Architekt Max Wöhler in Düsseldorf. I: Die Bestandteile u. die Einrichtung des Gasthauses. Mit 70 Fig. Nr. 525.
- II: Die verschiedenen Arten von Gasthäusern. Mit 82 Fig. Nr. 526.
- Gebirgsartillerie**. Die Entwicklung der Gebirgsartillerie von Klufmann, Oberst u. Kommandeur der 1. Feld-Art.-Brigade in Königsberg i. Pr. Mit 78 Bildern und Übersichtstafeln. Nr. 531.
- Genossenschaftswesen**, Das, in Deutschland v. Dr. Otto Linde in Düsseldorf. Nr. 384.
- Geodäsie** von Prof. Dr. C. Reinherz in Hannover. Neubearbeitet von Dr. G. Förster, Observator a. Geodätisch. Inst. Potsdam. N. 68 Abb. Nr. 102.
- Vermessungskunde von Diplom.-Ing. B. Werkmeister, Oberlehr. a. d. Rgl. Techn. Schule i. Straßburg i. E. I: Feldmessungen u. Nivellieren. Mit 146 Abb. II: Der Theodolit. Trigonometrie u. baromet. Höhenmessg. Tachymetrie. N. 109 Abb. Nr. 468, 469.
- Geographie**, Geschichte der, von Prof. Dr. Konrad Kretschmer i. Charlottenburg. Mit 11 Kart. im Text. Nr. 624.

- Geologie** in kurzem Auszug f. Schulen u. zur Selbstbelehrung zusammengestellt v. Prof. Dr. Eberh. Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbild. u. 4 Tafeln mit 51 Figuren. Nr. 13.
- Geometrie, Analytische, der Ebene** v. Prof. Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 52 Figuren. Nr. 65.
- **Aufgabensammlung zur Analytischen Geometrie der Ebene** von O. Th. Bürklen, Professor am Kgl. Realgymnasium in Schwäb.-Gmünd. Mit 32 Fig. Nr. 256.
- **des Raumes** von Prof. Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 28 Abbildungen. Nr. 89.
- **Aufgabensammlung zur Analytischen Geometrie des Raumes** von O. Th. Bürklen, Professor am Kgl. Realgymnasium in Schwäb.-Gmünd. Mit 8 Fig. Nr. 309.
- **Darstellende**, von Dr. Robert Haushner, Prof. an d. Univ. Jena, I. Mit 110 Figuren. Nr. 142.
- **II.** Mit 40 Figuren. Nr. 143.
- **Ebene**, von G. Mahler, Professor am Gymnasium in Ulm. Mit 111 zweifarbigen Figuren. Nr. 41.
- **Projektive**, in Synthet. Behandlung von Dr. Karl Döehlemann, Prof. an der Universität München. Mit 91 Figuren. Nr. 72.
- Geometrische Optik**, Einführung in die, von Dr. W. Hinrichs in Wilmersdorf-Berlin. Nr. 532.
- Geometrisches Zeichnen** von H. Beder, Architekt u. Lehrer an der Baugewerkschule in Magdeburg, neubearbeitet von Prof. J. Vonderlinn in Münster. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.
- Germanische Mythologie** von Dr. E. Roß, Prof. a. d. Univ. Leipzig. Nr. 15.
- Germanische Sprachwissenschaft** von Dr. Rich. Loewe. Nr. 238.
- Gesangskunst**. Technik der deutschen Gesangskunst von Osk. Noß u. Dr. Hans Joachim Moser. Nr. 576.
- Geschäfts- und Warenhäuser** v. Hans Schliepman, Königl. Baurat in Berlin. I: Vom Laden zum „Grand Magazin“. Mit 23 Abb. Nr. 655.
- **II:** Die weitere Entwicklung d. Kaufhäuser. Mit 39 Abb. Nr. 656.
- Geschichtswissenschaft**, Einleitung in die, v. Dr. Ernst Bernhelm, Prof. an der Univ. Greifswald. Nr. 270.
- Geschütze**, Die modernen, der Fußartillerie u. Mummehoff, Oberleutnant u. Kommand. d. Thür. Fußartillerie Regts. Nr. 18. I: Vom Auftreten d. 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 Textbildern. Nr. 362.
- Geschwindigkeitsregler der Kraftmaschinen**, Die, v. Dr.-Ing. H. Kröner in Friedberg. Mit 33 Fig. Nr. 604.
- Gesetzbuch**, Bürgerliches, siehe: Recht des Bürgerlichen Gesetzbuches.
- Gesundheitslehre**. Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten v. E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbild. u. 1 Tafel. Nr. 18.
- Gewerbehygiene** von Dr. E. Roth in Potsdam. Nr. 350.
- Gewerbewesen** von Werner Sombart, Professor an der Handelshochschule Berlin. I. II. Nr. 203, 204.
- Gewerbliche Arbeiterfrage**, Die, von Werner Sombart, Prof. a. d. Handelshochschule Berlin. Nr. 209.
- Gewerbliche Bauten**. Industrielle und gewerbliche Bauten (Speicher, Lagerhäuser u. Fabriken) v. Architekt Heinr. Salzmann in Düsseldorf. I: Allgemeines über Anlage und Konstruktion der industriellen und gewerblichen Bauten. Nr. 511.
- **II:** Speicher und Lagerhäuser. Mit 123 Figuren. Nr. 512.
- Gewichtswesen**. Maß-, Münz- u. Gewichtswesen v. Dr. Aug. Blind, Prof. a. d. Handelshochschule in Köln. Nr. 283.
- Gießereimaschinen** von Dipl.-Ing. Emil Treiber in Heidenheim a. B. Mit 51 Figuren. Nr. 548.
- Glas- und keramische Industrie** (Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels I) v. Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Mit 12 Tafeln. Nr. 233.
- Gleichstrommaschine**, Die, von Ing. Dr. C. Ringbrunner in London. Mit 81 Figuren. Nr. 257.

- Gletscherkunde** v. Dr. Fritz Machate! in Wien. Mit 5 Abbildungen im Text und 11 Tafeln. Nr. 154.
- Gotische Sprachdenkmäler** mit Grammatik, Uebersetzung u. Erläuterung. v. Dr. Herm. Franke, Direktor d. Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 79.
- Gottfried von Straßburg. Hartmann von Aue. Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Straßburg.** Auswahl a. d. höfisch. Epos m. Anmerk. u. Wörterbuch v. Dr. K. Marold, Prof. am Kgl. Friedrichs-Kolleg. zu Königsberg/Pr. Nr. 22.
- Graphische Darstellung in Wissenschaft und Technik** von Dr. Marcello v. Pirani, Obering., Privatdozent an der Kgl. Techn. Hochschule in Charlottenburg. Mit 58 Fig. Nr. 728.
- Graphischen Künste, Die,** von Carl Kampmann, I. I. Lehrer an der I. I. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit zahlreichen Abbildungen u. Beilagen. Nr. 75.
- Griechisch. Neugriechisch = deutsches Gesprächsbuch** siehe: Neugriechisch.
- Griechisch. Neugriechisches Lesebuch** siehe: Neugriechisch.
- Griechische Altertumskunde** v. Prof. Dr. Rich. Meißel, neu bearbeitet v. Rektor Dr. Franz Pöhlhammer. Mit 9 Vollbildern. Nr. 16.
- Griechische Geschichte** von Dr. Heinrich Svoboda, Professor an d. deutschen Universität Prag. Nr. 49.
- Griechische Literaturgeschichte** mit Berücksichtigung d. Geschichte der Wissenschaften v. Dr. Alfred Gerde, Prof. an der Univ. Breslau. 2 Bändchen. Nr. 70 u. 557.
- Griechischen Papyri, Auswahl** aus, von Prof. Dr. Robert Helbing in Karlsruhe i. B. Nr. 625.
- Griechischen Sprache, Geschichte der,** I: Bis zum Ausgange d. klassischen Zeit v. Dr. Otto Hoffmann, Prof. an der Univ. Münster. Nr. 111.
- Griechische u. römische Mythologie** v. Prof. Dr. Herm. Steding, Rekt. d. Gymnas. in Schneeberg. Nr. 27.
- Grundbuchrecht, Das formelle,** von Oberlandesgerichtsr. Dr. F. Krehshmar in Dresden. Nr. 549.
- Handelspolitik, Auswärtige,** von Dr. Heinr. Steveling, Professor an der Universität Zürich. Nr. 245.
- Handelsrecht, Deutsches,** von Dr. Karl Lehmann, Prof. an d. Universität Göttingen. I: Einleitung. Der Kaufmann u. seine Hilfspersonen. Offene Handelsgesellschaft. Kommandit- und stille Gesellschaft. Nr. 457.
- II: Aktiengesellschaft. Gesellsch. m. b. H. Eing. Gen. Handelsgesell. Nr. 458.
- Handelschulwesen, Das deutsche,** von Direktor Theodor Blum in Dessau. Nr. 558.
- Handelsstand, Der, von Rechtsanwält** Dr. jur. Bruno Springer in Leipzig (Kaufmann. Rechtskunde. Bd. 2). Nr. 545.
- Handelswesen, Das,** von Geh. Oberregierungsrat 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.
- Handfeuerwaffen, Die Entwicklung der,** seit der Mitte des 19. Jahrhunderts u. ihr heutiger Stand von G. Wrzobel, Hauptmann u. Kompagniechef im Inf.-Reg. Freiherr Hiller von Gärtringen (4. Posensches) Nr. 59 i. Soldau. Nr. 21 Abb. Nr. 366.
- Harmonielehre** von A. Halm. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 120.
- Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Straßburg.** Auswahl aus d. höfischen Epos mit Anmerk. u. Wörterbuch von Dr. K. Marold, Prof. am Königl. Friedrichs-Kollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.
- Harze, Lacke, Firnisse** von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette und Ole III). Nr. 337.
- Hebezeuge, Die, ihre Konstruktion u. Berechnung** von Ing. Prof. Herm. Wilda, Bremen. Mit 399 Abb. Nr. 414.
- Heeresorganisation, Die Entwicklung der,** seit Einführung der stehenden Heere von Otto Neuschler, Hauptmann und Kompagniechef. I: Geschichtliche Entwicklung bis zum Ausgange d. 19. Jahrh. Nr. 552.
- II: Die Heeresorganisation im 20. Jahrhundert. Nr. 731.

- Heizung u. Lüftung v. Ing. Johannes Körting in Düsseldorf. I: Das Wesen u. die Berechnung der Heizungs- u. Lüftungsanlagen. Mit 34 Figuren. Nr. 342.
- II: Die Ausführung der Heizungs- u. Lüftungsanlagen. Mit 191 Figuren. Nr. 343.
- Hessen. Landeskunde des Großherzogtums Hessen, der Provinz Hessen-Nassau und des Fürstentums Waldeck v. Prof. Dr. Georg Greim in Darmstadt. Mit 13 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 376.
- Hieroglyphen von Geh. Regier.-Rat Dr. Ad. Erman, Prof. an der Universität Berlin. Nr. 608.
- Hochspannungstechnik, Einführ. in die moderne, von Dr.-Ing. R. Fischer in Hamburg-Bergeedorf. Mit 92 Fig. Nr. 609.
- Holz, Das. Aufbau, Eigenschaften u. Verwendung v. Ing. Prof. Herm. Wilda in Bremen. Mit 33 Abb. Nr. 459.
- Hotels. Gasthäuser und Hotels von Archt. Max Wöhler in Düsseldorf. I: Die Bestandteile u. d. Einrichtung des Gasthauses. Mit 70 Fig. Nr. 525.
- II: Die verschiedenen Arten von Gasthäusern. Mit 82 Fig. Nr. 526.
- Hydraulik v. W. Hauber, Dipl.-Ing. in Stuttgart. Mit 44 Fig. Nr. 397.
- Hygiene des Städtebaus, Die, von Prof. S. Chr. Ruxbaum in Hannover. Mit. 30 Abb. Nr. 348.
- des Wohnungswesens, Die, von Prof. S. Chr. Ruxbaum in Hannover. Mit 20 Abbild. Nr. 363.
- Iberische Halbinsel. Landeskunde der Iberischen Halbinsel von Dr. Fritz Regel, Prof. a. d. Univ. Würzburg. Nr. 8 Rärtchen u. 8 Abb. im Text u. 1 Karte in Farbendrud. Nr. 235.
- Indische Religionsgeschichte von Prof. Dr. Edmund Hardy. Nr. 83.
- Indogerman. Sprachwissenschaft von Dr. R. Meringer, Professor an der Univers. Graz. Nr. 1 Tafel. Nr. 59.
- Industrielle u. gewerbliche Bauten (Speicher, Lagerhäuser u. Fabriken) von Architekt Heinr. Salzmann in Düsseldorf. I: Allgemeines üb. Anlage u. Konstruktion d. industriellen u. gewerblichen Bauten. Nr. 511.
- II: Speicher und Lagerhäuser. Mit 123 Figuren. Nr. 512.
- Insektionskrankheiten, Die, und ihre Verhütung von Stabsarzt Dr. W. Hoffmann in Berlin. Mit 12 vom Verfasser gezeichneten Abbildungen und einer Fiebertafel. Nr. 327.
- Insekten. Das Tierreich V: Insekten v. Dr. J. Groß in Neapel (Stazione Zoologica). Mit 56 Abb. Nr. 594.
- Instrumentenlehre v. Musikdir. Professor Franz Mayerhoff in Chemnitz. I: Text. Nr. 437.
- II: Notenbeispiele. Nr. 438.
- Integralrechnung von Dr. Friedr. Junker, Rekt. d. Realgymnasiums u. d. Oberrealschule in Göppingen. Mit 89 Figuren. Nr. 88.
- Integralrechnung. Repetitorium u. Aufgabensammlung zur Integralrechnung von Dr. Friedr. Junker, Rekt. d. Realgymnasiums u. der Oberrealschule in Göppingen. Mit 52 Figuren. Nr. 147.
- Israel. Geschichte Israels bis auf die griechische Zeit von Lic. Dr. J. Benzinger. Nr. 231.
- Italienische Handelskorrespondenz v. Prof. Alberto de Beaur, Oberlehrer am Königl. Institut S. S. Annunziata in Florenz. Nr. 219.
- Italienische Literaturgeschichte von Dr. Karl Voßler, Professor an der Universität München. Nr. 125.
- Jugendpflege I: Männliche Jugend von H. Cierds, Vorsitzender des Vereins für Jugendwohlfahrt in Schleswig-Holstein in Schleswig. Nr. 714.
- Kalkulation, Die, im Maschinenbau v. Ing. S. Bethmann, Doz. a. Technif. Altenburg. Mit 63 Abb. Nr. 486.
- Kältemaschinen. Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- und Kältemaschinen von W. Röttinger, Dipl.-Ing. in Mannheim. Mit 73 Figuren. Nr. 2.
- Kamerun. Die deutschen Kolonien I: Togo und Kamerun von Prof. Dr. Karl Dove. Mit 16 Tafeln und einer lithogr. Karte. Nr. 441.
- Kampf um besetzte Stellungen, seine Formen und Grundsätze von Major Tiersch, Kommandeur des Kurhessisch. Pionier-Bat. Nr. 11. Nr. 732.
- Kampfformen u. Kampfweise der Infanterie von Heinr. Oberleutnant beim Stabe des 5. Westpreußischen Infanterie-Regiments Nr. 148 in Bromberg. Mit 15 Abbildgn. Nr. 712.

- Kanal- und Schleusenbau** von Re-
gierungsbaumeister Otto Kappold
in Stuttgart. Mit 78 Abb. Nr. 585.
- Kant, Immanuel.** (Geschichte d. Philo-
sophie Bd. 5) v. Dr. Bruno Bauch,
Prof. a. d. Univ. Jena. Nr. 536.
- Kartell u. Trust** v. Dr. S. Tschierschky
in Düsseldorf. Nr. 522.
- Kartenskunde** von Dr. M. Groll, Karto-
graph i. Berlin. 2 Bändchen. I: Die
Projektionen. Mit 56 Fig. Nr. 30.
— II: Der Karteninhalt u. das Mes-
sen auf Karten. Mit 39 Fig. Nr. 599.
- Kartographische Ausnahmen u. geo-
graph. Ortsbestimmung auf Reisen**
von Dr.-Ing. R. Hugershoff, Prof.
an der Forstakademie zu Tharandt.
Mit 73 Figuren. Nr. 607.
- Katholischen Kirche, Geschichte der, von
der Mitte des 18. Jahrh. bis zum
Vatikanischen Konzil** von Geh. Konf.-
Rat Brf. D. Mürtz i. Göttingen. Nr. 700.
- Kaufmännische Rechtskunde. I: Das
Wechselwesen v. Rechtsanwalt Dr.
Rud. Mothes in Leipzig.** Nr. 103.
— II: Der Handelsstand v. Rechtsanw.
Dr. jur. B. Springer, Leipzig. Nr. 545.
- Kaufmännisches Rechnen** von Prof.
Richard Just, Oberlehrer a. d.
Öffentl. Handelshochschule d. Dres-
dener Kaufmannschaft. I. II. III.
Nr. 139, 140, 187.
- Keilschrift, Die,** von Dr. Bruno Meißner,
o. Professor a. d. Universität Breslau.
Mit 6 Abbildungen. Nr. 708.
- Keramische Industrie. Die Industrie
der Silikate, der künstlichen Bau-
steine und des Mörtels** von Dr.
Gust. Rauter. I: Glas- u. keram.
Industrie. Mit 12 Taf. Nr. 233.
- Kerzenfabrikation. Die Seifenfabri-
kation, die Seifenanalyse und die
Kerzenfabrikation** von Dr. Karl
Braun in Berlin. (Die Fette u.
Öle II.) Mit 25 Abb. Nr. 336.
- Kiautschou. Die deutschen Kolonien
II: Das Südseegebiet und Kiau-
tschou** v. Prof. Dr. R. Dove. Mit
16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 520.
- Kinderrecht u. Kinderschutz** von Assessor
H. E. Wendel in Grünwald. Nr. 693.
- Kinematik** von Dipl.-Ing. Hans Bol-
ster, Assist. a. d. Kgl. Techn. Hoch-
schule Dresden. Nr. 76 Abb. Nr. 584.
- Kirchenrecht** v. Dr. E. Sehling, ord.
Prof. d. Rechte in Erlangen. Nr. 377
- Klima und Leben (Bioklimatologie)**
von Dr. Wilh. R. Ehardt, Assist. an
der öffentl. Wetterdienststelle in
Weilburg. Nr. 629.
- Klimakunde I: Allgemeine Klimalehre**
von Prof. Dr. W. Köppen, Meteorolo-
ge der Seewarte Hamburg. Mit
7 Taf. u. 2 Figuren. Nr. 114.
- Kolonialgeschichte** von Dr. Dietrich
Schäfer, Professor der Geschichte an
der Universität Berlin. Nr. 156.
- Kolonialrecht, Deutsches,** von Prof. Dr.
H. Ebler von Hoffmann, Studien-
direktor d. Akademie für kommunale
Verwaltung in Düsseldorf. Nr. 318.
- Kometen. Astronomie. Größe, Be-
wegung u. Entfernung d. Himmels-
körper** v. M. F. Möbius, neu bearb.
v. Dr. Herm. Kobold, Prof. an der
Univ. Kiel. II: Kometen, Meteore
u. das Sternsystem. Mit 15 Fig.
u. 2 Sternkarten. Nr. 529.
- Kommunale Wirtschaftspflege** von
Dr. Alton Rieß, Magistratsassessor
in Berlin. Nr. 534.
- Kompositionslehre. Musikalische For-
menlehre** v. Steph. Krehl. I. II. M.
viel. Notenbeispiel. Nr. 149, 150.
- Kontrapunkt. Die Lehre von der selb-
ständigen Stimmführung** v. Steph.
Krehl in Leipzig. Nr. 390.
- Kontrollwesen, Das agrilkulturchemische,**
von Dr. Paul Kirche in Leopoldsh-
hall-Staßfurt. Nr. 304.
- Koordinatensysteme v. Paul B. Fischer,**
Oberl. a. d. Oberrealschule zu Groß-
Lichterfelde. Mit 8 Fig. Nr. 507.
- Körper, Der menschliche, sein Bau
und seine Tätigkeiten** von E. Reb-
mann, Oberlehrer i. Karlsruhe. Mit
Gesundheitslehre von Dr. med. H.
Seiler. Nr. 47 Abb. u. 1 Taf. Nr. 18.
- Kostenanschlag** siehe: Veranschlagen.
- Kredit- und Bankwesen** von Geh. Ober-
regierungsrat Wilhelm Lexis, Prof. an
der Univ. Göttingen. Nr. 733.
- Kriegsschiffbau. Die Entwicklung des
Kriegsschiffbaues vom Altertum
bis zur Neuzeit.** Von Tjard Schwarz,
Geh. Marinebaurat u. Schiffbau-
Direktor. I. Teil: Das Zeitalter der
Ruderschiffe u. der Segelschiffe s. d.
Kriegsführung zur See vom Alter-
tum bis 1840. Mit 32 Abb. Nr. 471.
— II. Teil: Das Zeitalter der Dampfs-
schiffe s. d. Kriegsführ. z. See v. 1840
bis zur Neuzeit. Mit 81 Abb. Nr. 472

- Kriegswesen, Geschichte des**, von Dr. Emil Daniels in Berlin. I: Das antike Kriegswesen. Nr. 488.
 — II: Das mittelalterliche Kriegswesen. Nr. 498.
 — III: Das Kriegswesen der Neuzeit. Erster Teil. Nr. 518.
 — IV: Das Kriegswesen der Neuzeit. Zweiter Teil. Nr. 537.
 — V: Das Kriegswesen der Neuzeit. Dritter Teil. Nr. 568.
 — VI: Das Kriegswesen der Neuzeit. Viertes Teil. Nr. 670.
 — VII: Das Kriegswesen der Neuzeit. Fünfter Teil. Nr. 671.
- Kristallographie** v. Dr. W. Brühns, Prof. a. d. Bergakademie Clausthal. Mit 190 Abbild. Nr. 210.
- Kristalloptik, Einführung in die**, von Dr. Eberhard Buchwald i. München. Mit 124 Abbildungen. Nr. 619.
- Kudrun und Dietrichen.** Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Jiriczek, Professor an der Universität Würzburg. Nr. 10.
- Kultur, Die, der Renaissance.** Gesittung, Forschung, Dichtung v. Dr. Robert F. Arnold, Professor an der Universität Wien. Nr. 189.
- Kulturgegeschichte, Deutsche**, von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.
- Kurvendiskussion. Algebraische Kurven** von E. Beutel, Oberreallehrer in Baihingen-Enz. I: Kurvendiskussion. Mit 57 Fig. im Text. Nr. 435.
- Kurzschrift** siehe: Stenographie.
- Küstenartillerie. Die Entwicklung der Schiffs- und Küstenartillerie bis zur Gegenwart** v. Korvettenkapitän Guning. Mit Abb. u. Tab. Nr. 606.
- Lacke. Harze, Lacke, Firnisse** von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette und Ole III.) Nr. 337.
- Lagerhäuser. Industrielle und gewerbliche Bauten.** (Speicher, Lagerhäuser u. Fabriken) von Architekt F. Salamann, Düsseldorf. I: Allgem. über Anlage u. Konstrukt. d. industr. u. gewerbli. Bauten. Nr. 511.
 — II: Speicher u. Lagerhäuser. Mit 123 Fig. Nr. 512.
- Länder- und Völkernamen** von Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 478.
- Landstraßenbau** von Kgl. Oberlehrer A. Diebmann, Betriebsdirekt. a. D. t. Magdeburg. Mit 44 Fig. Nr. 598.
- Landwirtschaftliche Betriebslehre** v. E. Langenbed in Groß-Lichterfelde. Nr. 227.
- Landwirtschaftlichen Maschinen, Die**, von Karl Walthar, Diplom.-Ing. in Mannheim. 3 Bändch. Mit vielen Abbildgn. Nr. 407—409.
- Lateinische Grammatik. Grundriß der latein. Sprachlehre** v. Prof. Dr. W. Botsch in Magdeburg. Nr. 82.
- Sprache. Geschichte der lateinischen Sprache** v. Dr. Friedr. Stolz, Prof. an d. Univ. Innsbruck. Nr. 492.
- Lateinisches Lesebuch für Oberrealschulen und zum Selbststudium** enthaltend: Cäsars Kämpfe mit den Germanen und den zweiten Punischen Krieg von Professor Lic. theol. Johannes Hillmann, Oberlehrer an der Klinger-Oberrealschule in Frankfurt a. M. Mit Vokabular. Nr. 713.
- Laubhölzer, Die. Kurzgefaßte Beschreibung** der in Mitteleuropa einheimischen Bäume und Sträucher, sowie der wichtigeren in Gärten gezogenen Laubholzpflanzen von Dr. F. W. Neger, Professor an der Kgl. Forstakademie Tharandt. Mit 74 Textabbildgn. und 6 Tabellen. Nr. 718.
- Leuchtgasfabrikation, Die Nebenprodukte** der, von Dr. phil. R. R. Lanza, Diplom.-Ingenieur. Mit 13 Figuren. Nr. 661.
- Licht. Theoretische Physik II. Teil: Licht und Wärme.** Von Dr. Gust. Jäger, Prof. an der Techn. Hochschule in Wien. M. 47 Abb. Nr. 77.
- Logarithmen. Vierstellige Tafeln und Gegentafeln für logarithmisches u. trigonometrisches Rechnen** in zwei Farben zusammengestellt von Dr. Herm. Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Neue Ausgabe v. Dr. Robert Gaußner, Prof. an der Universität Jena. Nr. 81.
- Fünfstellige**, von Professor August Adler, Direktor der k. k. Staatsoberrealschule in Wien. Nr. 423.
- Logik. Psychologie und Logik zur Einführung in die Philosophie** von Professor Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Figuren. Nr. 14.
- Lokomotiven. Eisenbahnfahrzeuge** von H. Sinnenthal. I: Die Lokomotiven. Mit 89 Abb. im Text u. 2 Tafeln. Nr. 107.

- Lothringen. Geschichte Lothringens von Dr. Herm. Derichsweiler, Geh. Regierungsrat in Straßburg. Nr. 6.
- Landeskunde v. Elsaß-Lothringen v. Prof. Dr. R. Langenbed in Straßburg i. E. Mit 11 Abb. u. 1 Karte. Nr. 215.
- Lötrohrprobierkunde. Qualitative Analyse mit Hilfe des Lötrohrs von Dr. Mart. Henglein in Freiberg i. Sa. Mit 10 Figuren. Nr. 483.
- Lübeck. Landeskunde d. Großherzogtümer Mecklenburg u. der Freien u. Hansestadt Lübeck v. Dr. Sebald Schwarz, Direktor der Realschule zum Dom in Lübeck. Mit 17 Abbildungen und Karten im Text und 1 lithographischen Karte. Nr. 487.
- Luftelektrizität von Dr. Karl Kähler, wissenschaftlichem Hilfsarbeiter am Königl. Preuß. Meteorologisch-Magnetischen Observatorium in Potsdam. Mit 18 Abb. Nr. 649.
- Lustsalpeter. Seine Gewinnung durch den elektrischen Flammbogen von Dr. G. Brion, Prof. an der Kgl. Bergakademie in Freiberg. Mit 50 Figuren. Nr. 616.
- Luft- und Meeresströmungen von Dr. Franz Schulze, Direktor der Navigationschule zu Lübeck. Mit 27 Abbildungen und Tafeln. Nr. 551.
- Lüftung. Heizung und Lüftung von Ing. Johannes Körting in Düsseldorf. I: Das Wesen und die Berechnung d. Heizungs- u. Lüftungsanlagen. Mit 34 Fig. Nr. 342.
- — II: Die Ausführung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 191 Figuren. Nr. 343.
- Luther, Martin, und Thom. Murner. Ausgewählt und mit Einleitungen u. Anmerkungen versehen v. Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolai-Gymnasium zu Leipzig. Nr. 7.
- Magnetismus. Theoretische Physik III. Teil: Elektrizität u. Magnetismus. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Technischen Hochschule Wien. Mit 33 Abbildungen. Nr. 78.
- Mälzerei. Brauereiwesen I: Mälzerei von Dr. P. Dreverhoff, Direktor d. Öffentlichen und 1. Sächsl. Versuchstation für Brauerei und Mälzerei, sowie der Brauer- und Mälzerschule zu Grimma. Nr. 303.
- Märkte und Markthallen für Lebensmittel von Richard Schachner, Städt. Baurat in München. I: Zweck und Bedeutung von Märkten u. Markthallen, ihre Anlage u. Ausgestaltung. II: Markthallenbauten. Mit zahlr. Abb. Nr. 719 u. 720.
- Maschinenbau, Die Kalkulation im, v. Ing. S. Bethmann, Doz. a. Techn. Altenburg. Mit 63 Abb. Nr. 486.
- Die Materialien des Maschinenbaues und der Elektrotechnik von Ingenieur Prof. Hermann Wilda. Mit 3 Abbildungen. Nr. 476.
- Maschinenelemente, Die. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium u. d. praktischen Gebrauch von Fr. Barth, Oberingen. in Nürnberg. Mit 86 Fig. Nr. 3.
- Maschinenzeichnen, Praktisches, von Oberg. Rich. Schiffer in Warmbrunn. I: Grundbegriffe, Einfache Maschinenteile bis zu den Kupplungen. Mit 60 Tafeln. Nr. 589.
- — II: Lager, Riem- u. Seilscheiben, Zahnräder, Kolbenpumpe. Mit 51 Tafeln. Nr. 590.
- Maschanalyse von Dr. Otto Köhm in Darmstadt. Mit 14 Fig. Nr. 221.
- Maß-, Münz- und Gewichtswesen von Dr. August Blind, Professor an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.
- Materialprüfungswesen. Einführung in die moderne Technik d. Materialprüfung v. R. Memmler, Dipl.-Ing., ständ. Mitarbeiter a. Kgl. Material-Prüfungsamt zu Gr.-Lichterfelde. I: Materialeigenschaften. — Festigkeitsversuche. — Hilfsmittel f. Festigkeitsversuche. Mit 58 Fig. Nr. 311.
- — II: Metallprüfung und Prüfung v. Hilfsmaterialien des Maschinenbaues. — Baumaterialprüfung. — Papierprüfung. — Schmiermittelprüfung. — Einiges über Metallographie. Mit 31 Fig. Nr. 312.
- Mathematische Formelsammlung und Repetitorium der Mathematik, enthaltend die wichtigsten Formeln u. Lehrsätze d. Arithmetik, Algebra, algebraischen Analysis, ebenen Geometrie, Stereometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie, math. Geographie, analyt. Geometrie der Ebene und des Raumes, der Differential- u. Integralrechnung v. D. Th. Bürklen, Prof. am Kgl. Realgymn. in Schw.-Gmünd. Nr. 18 Fig. Nr. 51.

- Mathematik, Geschichte der**, von Dr. A. Sturm, Prof. am Obergymnasium in Seitenstetten. Nr. 226.
- Maurer- und Steinhauerarbeiten** von Prof. Dr. phil. und Dr.-Ing. Ed. Schmitt in Darmstadt. 3 Bändchen. Mit vielen Abbild. Nr. 419—421.
- Mechanik. Theoret. Physik I. Teil: Mechanik und Akustik.** Von Dr. Gust. Jäger, Prof. an der Technischen Hochschule in Wien. Mit 19 Abbildungen. Nr. 76.
- Mechanische Technologie** von Geh. Hofrat Professor U. Lüdike in Braunschweig. 2 Bändchen. Nr. 340, 341.
- Mecklenburg. Landeskunde d. Großherzogtümer Mecklenburg u. der Freien u. Hansestadt Lübeck** von Dr. Sebald Schwarz, Direktor der Realschule zum Dom in Lübeck. Mit 17 Abbild. im Text, 16 Taf. und 1 Karte in Lithographie. Nr. 487.
- Mecklenburgische Geschichte** von Oberlehrer Otto Witten in Neubrandenburg i. N. Nr. 610.
- Medizin, Geschichte der**, von Dr. med. et phil. Paul Diepgen, Privatdozent für Geschichte der Medizin in Freiburg i. Br. I: Altertum. Nr. 679.
- Meereskunde, Physische**, von Prof. Dr. Gerhart Schott, Abteilungsvorsteher bei d. Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit 39 Abbildungen im Text und 8 Tafeln. Nr. 112.
- Meeresströmungen. Luft- u. Meeresströmungen** v. Dr. Franz Schulze, Dir. d. Navigationschule zu Lübeck. Mit 27 Abb. u. 1 Tafel. Nr. 551.
- Meliorationen** v. Baurat Otto Fausser in Ellwangen. 2 Bdehen. Mit vielen Fig. Nr. 691/92.
- Menschliche Körper, Der, sein Bau u. seine Tätigkeiten** von E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre v. Dr. med. S. Seiler. Mit 47 Abb. u. 1 Tafel. Nr. 18.
- Metallographie.** Kurze, gemeinschaftliche Darstellung der Lehre von den Metallen u. ihren Legierungen unter besond. Berücksichtigung der Metallmikroskopie v. Prof. E. Hehn u. Prof. O. Bauer a. Kgl. Materialprüfungsamt (Gr.-Lichterfelde) d. K. Techn. Hochschule zu Berlin. I: Allgem. Teil. Mit 45 Abb. im Text und 5 Lichtbildern auf 3 Tafeln. Nr. 432.
- Metallographie. II: Spez. Teil.** Mit 49 Abb. im Text und 37 Lichtbildern auf 19 Tafeln. Nr. 433.
- Metallurgie** von Dr. August Geiß in Kristiansand (Norwegen). I. II. Mit 21 Figuren. Nr. 313, 314.
- Meteore. Astronomie.** Größe, Bewegung u. Entfernung der Himmelskörper von N. F. Röblius, neu bearbeitet von Dr. Herm. Kobold, Prof. a. d. Univ. Kiel. II: Kometen, Meteore u. das Sternensystem. Mit 15 Fig. u. 2 Sternarten. Nr. 529.
- Meteorologie** v. Dr. W. Trabert, Prof. an der Universität Wien. Mit 49 Abbild. u. 7 Tafeln. Nr. 54.
- Militärische Bauten** v. Kg.-Baumstr. N. Lang i. Stuttgart. M. 59 Abb. Nr. 626.
- Militärstrafrecht, Deutsches**, v. Dr. Mag Ernst Mayer, Prof. an d. Univ. Straßburg i. E. 2 Bde. Nr. 371, 372.
- Mineralogie** von Geheimer Bergrat Dr. R. Brauns, Prof. an d. Univ. Bonn. Mit 132 Abbild. Nr. 29.
- Minnesang und Spruchdichtung.** Walther von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang und Spruchdichtung. Mit Anmerkungen u. einem Wörterb. von O. Günther, Prof. an d. Oberrealschule u. an d. Techn. Hochschule i. Stuttgart. Nr. 23.
- Mittelhochdeutsche Dichtungen** aus mittelhochdeutscher Frühzeit. In Auswahl mit Einleitg. u. Wörterbuch herausgeg. von Dr. Hermann Janßen, Dir. d. Königin Luise-Schule i. Königsberg i. Pr. Nr. 137.
- Mittelhochdeutsche Grammatik. Der Nibelunge Nôt in Auswahl** mit mittelhochdeutscher Grammatik mit kurz. Wörterb. v. Dr. W. Goltzer, Prof. a. d. Univ. Kofod. Nr. 1.
- Moose** siehe: Algen, Moose und Farnepflanzen.
- Morgenland. Geschichte des alten Morgenlandes** v. Dr. Fr. Hommel, Prof. an d. Universität München. Mit 9 Bildern u. 1 Karte. Nr. 43.
- Morphologie und Organographie** der Pflanzen v. Prof. Dr. W. Nordhausen in Kiel. M. 123 Abb. Nr. 141.
- Mörtel. Die Industrie d. künstlichen Bausteine** und des Mörtels von Dr. G. Rauter in Charlottenburg. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.
- Mundarten, Die deutschen**, von Prof. Dr. S. Reis in Mainz. Nr. 605.

- Mundarten, Plattdeutsche, von Dr. Hubert Grimme, Professor an der Univerf. Münster i. W. Nr. 461.
- Münzwesen. Maß-, Münz- und Gewichtswesen von Dr. Aug. Blind, Prof. a. d. Handelsschule in Köln. Nr. 283.
- Murner, Thomas. Martin Luther u. Thomas Murner. Ausgewählt u. m. Einleitungen u. Anmerk. versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaighymnaf. zu Leipzig. Nr. 7.
- Musik, Geschichte der alten und mittelalterlichen, v. Dr. A. Wöhler in Steinhäufen. 2 Bdch. Mit zahlr. Abb. u. Musikbeil. Nr. 121 u. 347.
- Musikalische Akustik von Professor Dr. Karl L. Schäfer in Berlin. Mit 36 Abbildungen. Nr. 21.
- Musikal. Formenlehre (Kompositionslehre) von Stephan Krehl. I. II. Mit viel. Notenbeisp. Nr. 149, 150.
- Musikästhetik von Dr. Karl Grunsky in Stuttgart. Nr. 344.
- Musikgeschichte des 17. Jahrhunderts v. Dr. Karl Grunsky i. Stuttgart. Nr. 239.
- Musikgeschichte des 18. Jahrhunderts von Dr. Karl Grunsky in Stuttgart. I. II. Nr. 710, 725.
- Musikgeschichte seit Beginn des 19. Jahrhunderts v. Dr. K. Grunsky in Stuttgart. I. II. Nr. 164, 165.
- Musiklehre, Allgemeine, von Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 220.
- Nadelhölzer, Die, von Dr. F. W. Neger, Prof. an der Königl. Forstakademie zu Tharandt. Mit 85 Abbildungen, 5 Tabellen und 3 Karten. Nr. 355.
- Nahrungsmittel. Ernährung u. Nahrungsmittel v. Oberstabsarzt Prof. S. Bischoff in Berlin. Mit 4 Abbildungen. Nr. 464.
- Nautik. Kurzer Abriss d. täglich an Bord von Handelsschiffen angew. Teils d. Schiffahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Dir. d. Navigationschule zu Lübeck. Mit 56 Abbildgn. Nr. 84.
- Neuenglische Laut- und Formenlehre von Dr. Eilert Ekwall, Prof. an der Univ. Lund. Nr. 735.
- Neugriechisches Lesebuch (Schrift- und Volkssprache) mit Glossar, gesammelt und erläutert von Dr. Johannes E. Kalitsunakis, Dozent am Orient. Sem. der Univ. in Berlin. Nr. 726.
- Neugriechisch-deutsches Gesprächsbuch mit besond. Berücksichtigung d. Umgangssprache v. Dr. Johannes Kalitsunakis, Doz. am Seminar für orient. Sprache in Berlin. Nr. 587.
- Neunzehntes Jahrhundert. Geschichte des 19. Jahrhunderts von Oskar Jäger, o. Honorarprof. a. d. Univ. Bonn. 1. Bdch.: 1800—1852. Nr. 216. — 2. Bändchen: 1853 bis Ende des Jahrhunderts. Nr. 217.
- Neutestamentliche Zeitgeschichte von Lic. Dr. W. Staerl, Prof. a. der Univ. in Jena. I: Der historische u. kulturgeschichtl. Hintergrund d. Urchristentums. M. 3 Karten. Nr. 325. — II: Die Religion d. Judentums im Zeitalter des Hellenismus und der Römerherrschaft. Mit 1 Planskizze. Nr. 326.
- Nibelunge Nöt, Der, in Auswahl und mittelhochdeutsche Grammatik mit kurzem Wörterb. v. Dr. W. Goltzer, Prof. an der Univ. Rostod. Nr. 1.
- Nordamerikanische Literatur, Geschichte der, von Dr. Leon Kellner, Prof. an der Univ. Czernowitj. 2 Bdchen. Nr. 685/86.
- Nordische Literaturgeschichte I: Die isländ. u. norweg. Literatur des Mittelalters v. Dr. Wolfg. Goltzer, Prof. an der Universität Rostod. Nr. 254.
- Nutzpflanzen von Prof. Dr. J. Behrens, Vorst. d. Großherzogl. landwirtschaftl. Versuchsanst. Augustenberg. Mit 53 Figuren. Nr. 123.
- Öle. Die Fette u. Öle sowie d. Seifen u. Kerzenfabrikation u. d. Harze, Lade, Firnisse mit ihren wichtigsten Hilfsstoffen von Dr. Karl Braun in Berlin. I: Einführung in d. Chemie, Besprechung einiger Salze u. der Fette und Öle. Nr. 335.
- Öle und Riechstoffe, Atherische, von Dr. F. Rochussen in Wiltij. Mit 9 Abbildungen. Nr. 446.
- Optik. Einführung in d. geometrische Optik von Dr. W. Hinrichs in Wilmerdorf-Berlin. Nr. 532.
- Orientalische Literaturen. Die Hauptliteraturen des Orients von Dr. M. Haberlandt, Privatdoz. an d. Universität Wien. I: Die Literaturen Ostiens und Indiens. Nr. 162. — II: Die Literaturen der Perser, Semiten und Türken. Nr. 163.

- Orientalische Literaturen.** Die christlichen Literaturen des Orients von Dr. Ant. Baumstark. I: Einleitung. — Das christl.-aramäische u. d. kopt. Schrifttum. Nr. 527.
- II: Das christlich-arabische und das äthiopische Schrifttum. — Das christliche Schrifttum der Armenier und Georgier. Nr. 528.
- Ortsnamen im Deutschen,** Die, ihre Entwicklung u. ihre Herkunft von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig-Gohlis. Nr. 573.
- Ostafrika.** Die deutschen Kolonien III: Ostafrika von Prof. Dr. R. Dove. Mit 16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 567.
- Osterreich.** Osterreichische Geschichte von Prof. Dr. Franz v. Kronez, neubearb. von Dr. Karl Uhlirz, Prof. a. d. Univ. Graz. I: Von d. Urzeit b. z. Tode König Albrechts II. (1439). Mit 11 Stammtaf. Nr. 104.
- II: Vom Tode König Albrechts II. bis z. Westf. Frieden (1440—1648). Mit 3 Stammtafeln. Nr. 105.
- **Landeskunde v. Osterreich-Ungarn** von Dr. Alfred Grund, Prof. an d. Universität Prag. Mit 10 Textillustrationen u. 1 Karte. Nr. 244.
- Ovidius Naso,** Die Metamorphosen des. In Auswahl mit einer Einleit. u. Anmerk. herausgeg. v. Dr. Jul. Ziehen in Frankfurt a. M. Nr. 442.
- Pädagogik im Grundriß** von Professor Dr. W. Rein, Direktor d. Pädagog. Seminars a. d. Univ. Jena. Nr. 12.
- **Geschichte der, von Oberlehrer Dr. G. Weimer in Wiesbaden.** Nr. 145.
- Paläogeographie.** Geolog. Geschichte der Meere und Festländer von Dr. Franz Kossat in Wien. Mit 6 Karten. Nr. 406.
- Paläoklimatologie** von Dr. Wilh. R. Edardt i. Weilburg (Lahn). Nr. 482.
- Paläontologie** von Dr. Rud. Hoernes, Professor an der Universität Graz. Mit 87 Abbildungen. Nr. 95.
- Paläontologie und Abstammungslehre** von Dr. Karl Diener, Prof. an der Univerf. Wien. Mit 9 Abbildungen. Nr. 460.
- Palästina.** Landes- und Volkskunde Palästinas von Lic. Dr. Gustav Hölscher in Halle. Mit 8 Völbildern und 1 Karte. Nr. 345.
- Parallelperspektive.** Rechtwinklige u. schiefswinklige Azonometrie v. Prof. J. Bunderlinn in Münster. Mit 121 Figuren. Nr. 260.
- Personennamen,** Die deutschen, v. Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 422.
- Peru.** Die Cordillerenstaaten von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. I: Einleitung, Bolivia und Peru. Mit 16 Tafeln u. 1 lith. Karte. Nr. 652.
- Petrographie** v. Dr. W. Brühns, Prof. an der Bergakademie Clausthal. Mit 15 Abbildungen. Nr. 173.
- Pflanze,** Die, ihr Bau und ihr Leben von Prof. Dr. E. Dennert. Mit 96 Abbildungen. Nr. 44.
- von Geh. Hofr. Prof. Dr. Adolf Hansen in Gießen. Mit zahlr. Abb. Nr. 742.
- Pflanzenbaulehre.** Ackerbau- und Pflanzenbaulehre von Dr. Paul Rippert in Eisen u. Ernst Langenbeck in Groß-Bichterfelde. Nr. 232.
- Pflanzenbiologie** v. Dr. W. Rigula, Professor an d. Forstakademie Eisenach. I: Allgemeine Biologie. Mit 43 Abbildungen. Nr. 127.
- Pflanzenernährung.** Agrikulturchemie I: Pflanzenernährung v. Dr. Karl Grauer. Nr. 329.
- Pflanzengeographie** v. Prof. Dr. Ludw. Diels in Marburg (Hessen). Nr. 389.
- Pflanzenkrankheiten** von Dr. Werner Friedr. Bruch, Privatdoz. i. Gießen. Mit 1 farb. Taf. u. 45 Abb. Nr. 310.
- Pflanzenmorphologie.** Morphologie u. Organographie d. Pflanzen von Prof. Dr. M. Nordhausen in Kiel. Mit 123 Abbildungen. Nr. 141.
- Pflanzenphysiologie** von Dr. Adolf Hansen, Prof. an der Universität Gießen. Mit 43 Abbild. Nr. 591.
- Pflanzenreichs,** Die Stämme des, von Privatdoz. Dr. Rob. Pilger, Rustos am Pfl. Botan. Garten in Berlin-Dahlem. Mit 22 Abb. Nr. 485.
- Pflanzenwelt,** Die, der Gewässer von Dr. W. Rigula, Prof. a. d. Forstak. Eisenach. Mit 50 Abb. Nr. 158.
- Pflanzenzellenlehre.** Zellenlehre und Anatomie der Pflanzen von Prof. Dr. G. Wiehe in Leipzig. Mit 79 Abbildungen. Nr. 556.
- Pharmakognosie.** Von Apotheker F. Schmitthenner, Assist. a. Botan. Institut d. Techn. Hochschule Karlsruhe. Nr. 251.

- Pharmazeutische Chemie** von Privatdozent Dr. C. Mannheim in Bonn. 4 Bändchen. Nr. 543/44, 588, 682.
- Philologie, Geschichte d. Klassischen**, v. Dr. Wilh. Kroll, ord. Prof. a. d. Univ. Münster in Westf. Nr. 367.
- Philosophie, Einführung in die**, von Dr. Max Wentscher, Professor an der Universität Bonn. Nr. 281.
- Philosophie, Geschichte d., IV: Neuere Philosophie bis Kant** von Dr. B. Bauch, Professor an der Universität Jena. Nr. 394.
- **V: Immanuel Kant** von Dr. Bruno Bauch, Professor an d. Universität Jena. Nr. 536.
- **VI: Die Philosophie im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts** von Arthur Drews, Prof. der Philosophie an der Techn. Hochschule in Karlsruhe. Nr. 571.
- **VII: Die Philosophie im zweiten Drittel des 19. Jahrhunderts** von Arthur Drews, Prof. der Philosophie an der Techn. Hochschule in Karlsruhe. Nr. 709.
- **Hauptprobleme der**, v. Dr. Georg Simmel, Professor an der Universität Berlin. Nr. 500.
- **Psychologie und Logik zur Einf. in d. Philosophie** von Prof. Dr. Th. Esenhans. Mit 13 Fig. Nr. 14.
- Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie** von Professor Dr. Hans Döck in Mähr.-Weiskirchen. Mit 59 Abbildgn. Nr. 699.
- Photographie, Die**. Von H. Kehler, Prof. an d. k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 3 Taf. und 42 Abbild. Nr. 94.
- Physik, Theoretische**, von Dr. Gustav Jäger, Prof. der Physik a. d. Techn. Hochschule i. Wien. I. Teil: Mechanik und Akustik. Mit 24 Abb. Nr. 76.
- **II. Teil: Licht u. Wärme**. Mit 47 Abbildungen. Nr. 77.
- **III. Teil: Elektrizität u. Magnetismus**. Mit 33 Abb. Nr. 78.
- **IV. Teil: Elektromagnet. Lichttheorie und Elektronik**. Mit 21 Fig. Nr. 374.
- Physik, Geschichte, der**, von Prof. A. Rißner in Wertheim a. M. I: Die Physik bis Newton. Mit 13 Fig. Nr. 293.
- Physik, Geschichte, der**, von Prof. A. Rißner in Wertheim a. M. II: Die Physik von Newton bis z. Gegenwart. Mit 3 Fig. Nr. 294.
- Physikalisch-Chemische Rechenaufgaben** von Prof. Dr. R. Uebg und Privatdozent Dr. O. Sackur, beide an der Univ. Breslau. Nr. 445.
- Physikalische Aufgabensammlung** von G. Mahler, Prof. der Mathematik u. Physik am Gymnasium in Ulm. Mit den Resultaten. Nr. 243.
- **Formelsammlung** von G. Mahler, Professor am Gymnasium in Ulm. Mit 65 Figuren. Nr. 136.
- **Messungsmethoden** von Dr. Wilh. Bahrdt, Oberlehrer an der Oberrealschule in Groß-Lichterfelde. Mit 49 Figuren. Nr. 301.
- **Tabellen** v. Dr. A. Leid, Oberlehrer an der Comeniuschule zu Berlin-Schöneberg. Nr. 650.
- Physiologische Chemie** von Dr. med. A. Legahn in Berlin. I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.
- **II: Dissimilation**. Mit 1 Taf. Nr. 241.
- Physische Geographie** von Dr. Siegm. Günther, Prof. an der kgl. Techn. Hochschule in München. Mit 37 Abbildungen. Nr. 26.
- Physische Meereskunde** von Prof. Dr. Gerh. Schott, Abteilungsvorst. b. d. Deutsch. Seewarte in Hamburg. Nr. 39 Abb. im Text u. 8 Taf. Nr. 112.
- Pilze, Die**. Eine Einführung in die Kenntniss ihrer Formenreihen von Prof. Dr. G. Lindau in Berlin. Mit 10 Figurengruppen i. Text. Nr. 574.
- Pionierdienst, Der**, von Major Reichardt, Bataillonskomm. im Infant.-Regmt. „Kronprinz“ (Nr. 104) in Chemnitz. Mit 150 Abb. Nr. 730.
- Planetensystem, Astronomie** (Größe, Bewegung u. Entfernung d. Himmelskörper) von A. F. Möbius, neu bearb. von Dr. Herm. Kobold, Prof. a. d. Univ. Kiel. I: Das Planetensystem. Mit 33 Abbild. Nr. 11.
- Plankton, Das, des Meeres** von Dr. G. Stiasny in Wien. Mit 83 Abbildungen. Nr. 675.
- Plastik, Die, des Abendlandes** von Dr. Hans Stegmann, Direktor des Bayer. Nationalmuseums in München. Mit 23 Tafeln. Nr. 116.

- Plastik, Die, seit Beginn des 19. Jahrhunderts** von A. Heilmeyer in München. Mit 41 Vollbildern. Nr. 321.
- Plattdeutsche Mundarten** von Dr. Hub. Grimme, Professor an der Universität Münster i. W. Nr. 461.
- Poetik, Deutsche, v. Dr. A. Borinski**, Prof. a. d. Univ. München. Nr. 40.
- Polarlicht, Erdmagnetismus, Erdstrom u. Polarlicht** von Dr. A. Nippoldt, Mitglied des Kgl. Preuß. Meteorolog. Instituts zu Potsdam. Mit 7 Taf. u. 16 Figuren. Nr. 175.
- Polnische Geschichte** von Dr. Clemens Brandenburger in Posen. Nr. 338.
- Pommern, Landeskunde** von Pommern von Dr. W. Deede, Prof. an der Universität Freiburg i. B. Mit 10 Abb. und Karten im Text und 1 Karte in Lithographie. Nr. 575.
- Portugiesische Geschichte** v. Dr. Gustav Diercks in Berlin-Steglitz. Nr. 622.
- Portugiesische Literaturgeschichte** von Dr. Karl von Reinhardtstoettner, Professor an der Kgl. Techn. Hochschule München. Nr. 213.
- Posamentiererei Textil-Industrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation** v. Prof. Max Girtler, Geh. Regierungsrat im Kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Fig. Nr. 185.
- Postrecht** von Dr. Alfred Wolke, Postinspektor in Bonn. Nr. 425.
- Preßluftwerkzeuge, Die, von Dipl.-Ing. P. Itz,** Oberlehrer an der Kais. Techn. Schule in Straßburg. Mit 82 Figuren. Nr. 493.
- Preussische Geschichte. Brandenburgisch-Preussische Geschichte** v. Prof. Dr. M. Thamm, Direktor d. Kaiser Wilhelms-Gymnasiums in Montaubaur. Nr. 600.
- Preussisches Staatsrecht** von Dr. Fritz Stier-Somlo, Prof. an der Univ. Bonn. 2 Teile. Nr. 298, 299.
- Psychiatrie, Forensische, von Professor Dr. W. Weygandt, Dir. der Irrenanstalt Friedrichsberg in Hamburg.** 2 Bändchen. Nr. 410 und 411.
- Psychologie und Logik zur Einführung in d. Philosophie** v. Prof. Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Fig. Nr. 14.
- Psychophysik, Grundriß** der, v. Prof. Dr. G. F. Lippys in Zürich. Mit 3 Figuren. Nr. 98.
- Pumpen, Druckwasser- und Druckluft-Anlagen.** Ein kurzer Überblick von Dipl.-Ing. Rudolf Bogdt, Regierungsbaumeister a. D. in Aachen. Mit 87 Abbildungen. Nr. 290.
- Quellenkunde d. deutschen Geschichte** von Dr. Carl Jacob, Prof. an der Universität Tübingen. 1. Band. Nr. 279.
- Radioaktivität** von Dipl.-Ing. Wilh. Frommel. Mit 21 Abb. Nr. 317.
- Rechnen, Das, in der Technik** u. seine Hilfsmittel (Rechenchieber, Rechen tafeln, Rechenmaschinen usw.) von Ing. Joh. Eug. Mayer in Freiburg i. Br. Mit 30 Abbild. Nr. 405.
- **Kaufmännisches, von Professor Richard Just,** Oberlehrer an der Öffentlichen Handelslehranstalt der Dresdener Kaufmannschaft. I. II. III. Nr. 139, 140, 187.
- Recht des Bürgerlichen Gesetzbuchs.** Erstes Buch: Allg. Teil. I: Einleitung — Lehre v. d. Personen u. v. d. Sachen v. Dr. P. Dertmann, Prof. a. d. Univ. Erlangen. Nr. 447.
- — II: Erwerb u. Verlust, Geltendmachung u. Schutz der Rechte von Dr. Paul Dertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 448.
- **Zweites Buch: Schuldrecht. I. Abtheilung: Allgemeine Lehren** von Dr. Paul Dertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 323.
- — II Abt.: Die einzelnen Schuldverhältnisse v. Dr. Paul Dertmann, Prof. an der Universität Erlangen. Nr. 324.
- **Drittes Buch: Sachenrecht** von Dr. F. Areshmar, Oberlandesgerichtsrat in Dresden. I: Allgem. Lehren. Besitz und Eigentum. Nr. 480.
- — II: Begrenzte Rechte. Nr. 481.
- **Viertes Buch: Familienrecht** von Dr. Heinrich Tise, Professor an der Universität Göttingen. Nr. 305.
- **Fünftes Buch: Erbrecht** von Dr. Wilhelm von Blume, ord. Prof. der Rechte an der Universität Tübingen. I. Abtheilung: Einleitung. — Die Grundlagen des Erbrechts. Nr. 659.
- — II. Abtheilung: Die Nachlassbeteiligten. Mit 23 Figuren. Nr. 660.

- Recht der Versicherungsunternehmungen**, Das, von Regierungsrat a. D. Dr. jur. K. Leibl, erstem Direktor der Nürnberger Lebensversicherungsbank, früher Mitglied des kaiserlichen Ausschusses für Privatversicherung. Nr. 635.
- Rechtsschutz**, Der internationale gewerbliche, von J. Neuberg, kaiserl. Regierungsrat, Mitglied d. kaiserl. Patentamts zu Berlin. Nr. 271.
- Rechtswissenschaft**, Einführung in die, von Dr. Theodor Sternberg in Berlin. I: Methoden- und Quellenlehre. Nr. 169.
— II: Das System. Nr. 170.
- Redelehre**, Deutsche, v. Hans Probst, Gymnasialprof. in Bamberg. Nr. 61.
- Redekunst** siehe: Stenographie.
- Reichsfinanzen**, Die Entwicklung der, von Präsident Dr. R. van der Borcht in Berlin. Nr. 427.
- Religion**, Die Entwicklung der christlichen, innerhalb des Neuen Testaments von Professor Dr. Lic. Carl Clemen. Nr. 388.
- Religion**, Die, des Judentums im Zeitalter des Hellenismus u. der Römerherrschaft von Lic. Dr. W. Staerk (Neutestamentliche Zeitgeschichte II.) Mit einer Plan- skizze. Nr. 326.
- Religionen der Naturvölker**, Die, von Dr. Th. Achelis, Professor in Bremen. Nr. 449.
- Religionswissenschaft**, Abriss der vergleichenden, von Professor Dr. Th. Achelis in Bremen. Nr. 208.
- Renaissance**, Die Kultur der Renaissance. Gesittung, Forschung, Dichtung v. Dr. Robert F. Arnold, Prof. an der Universität Wien. Nr. 189.
- Reptilien**, Das Tierreich III: Reptilien und Amphibien. Von Dr. Franz Werner, Prof. a. d. Univerf. Wien. Mit 48 Abb. Nr. 383.
- Rheinprovinz**, Landeskunde der, von Dr. B. Steinede, Direktor d. Realgymnasiums in Essen. Mit 9 Abb., 3 Kärtchen und 1 Karte. Nr. 308.
- Riechstoffe**, Atherische Öle und Riechstoffe von Dr. F. Rochussen in Miltig. Mit 9 Abb. Nr. 446.
- Roman**, Geschichte des deutschen Romans von Dr. Hellm. Mielle. Nr. 229.
- Romanische Sprachwissenschaft** von Dr. Adolf Zauner, Prof. a. d. Univ. Graz. 2 Bände. Nr. 128, 250.
- Römische Altertumskunde** von Dr. Leo Bloch in Wien. Mit 8 Volksbildern. Nr. 45.
- Römische Geschichte** von Realgymnasial-Direktor Dr. Jul. Koch in Grunewald. 2 Bchn. (I: Königszeit und Republik. II: Die Kaiserzeit bis zum Untergang des Weströmischen Reiches.) Nr. 19 u. 677.
- Römische Literaturgeschichte** von Dr. Herm. Joachim in Hamburg. Nr. 52.
- Römische und griechische Mythologie** von Professor Dr. Hermann Steuding, Rektor des Gymnasiums in Schneeberg. Nr. 27.
- Römische Rechtsgeschichte** von Dr. Robert von Mahr, Prof. an der Deutschen Univerf. Prag. 1. Buch: Die Zeit d. Volksrechtes. 1. Hälfte: Das öffentliche Recht. Nr. 577.
— 2. Hälfte: Das Privatrecht. Nr. 578.
— 2. Buch: Die Zeit des Amts- und Verkehrsrechtes. 1. Hälfte: Das öffentliche Recht. Nr. 645.
— 2. Hälfte: Das Privatrecht I. Nr. 646.
— 2. Hälfte: Das Privatrecht II. Nr. 647.
— 3. Buch: Die Zeit des Reichs- und Volksrechtes. Nr. 648.
— 4. Buch: Die Zeit der Orientalisierung des römischen Rechtes. Nr. 697.
- Rußland**, Russische Geschichte von Prof. Dr. W. Reeb, Oberlehrer am Neuen Gymnasium in Mainz. Nr. 4.
- Landeskunde des Europäischen Rußlands** nebst Finnlands von Professor Dr. A. Philippson in Halle a. S. Nr. 359.
- Russisch-deutsches Gesprächsbuch** von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität München. Nr. 68.
- Russische Grammatik** von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität München. Nr. 66.
- Russische Handelskorrespondenz** von Dr. Theodor von Kavrashky in Leipzig. Nr. 315.
- Russisches Lesebuch** mit Glossar von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität München. Nr. 67.

- Russische Literatur** von Dr. Erich Boehme, Lektor a. d. Handelshochschule Berlin. I. Teil: Auswahl moderner Prosa u. Poesie mit ausführlichen Anmerkungen u. Akzentbezeichnung. Nr. 403.
- II. Teil: Всеволодъ Гаршинъ, Разказы. Mit Anmerkungen und Akzentbezeichnungen. Nr. 404.
- Russische Literaturgeschichte** von Dr. Georg Polonskij in München. Nr. 166.
- Russisches Vokabelbuch**, Kleines, von Dr. Erich Boehme, Lektor an der Handelshochschule Berlin. Nr. 475.
- Russisches Wörterbuch**. Deutsch-russisches kaufmännisches Wörterbuch von Michael Kufhánel in Dresden. Nr. 717.
- Ruthenische Grammatik** von Dr. Stephan von Smal-Stockh, o. ö. Prof. an d. Univ. Czernowiz. Nr. 680.
- Ruthenisch-deutsches Gesprächsbuch** von Dr. Stephan von Smal-Stockh, o. ö. Prof. an d. Univ. Czernowiz. Nr. 681.
- Sachenrecht**. Recht d. Bürgerl. Gesetzbuches. Drittes Buch: Sachenrecht von Dr. F. Kresschmar, Oberlandesgerichtsrat i. Dresden. I: Allgemeine Lehren. Besitz u. Eigentum. — II: Begrenzte Rechte. Nr. 480. 481.
- Sachs, Hans**. Ausgewählt u. erläutert. v. Prof. Dr. Julius Sahr. Nr. 24.
- Sachsen**. Sächsische Geschichte v. Prof. Otto Kaemmel, Rektor d. Nikolai-Gymnasiums zu Leipzig. Nr. 100.
- Landeskunde des Königreichs Sachsen v. Dr. J. Zemmrich, Oberlehrer am Realgymnas. in Plauen. Mit 12 Abb. u. 1 Karte. Nr. 258.
- Säugetiere**. Das Tierreich I: Säugetiere von Oberstudientrat Prof. Dr. Kurt Lampert, Vorsteher des Kgl. Naturalienkabinetts in Stuttgart. Mit 15 Abbildungen. Nr. 282.
- Schaltapparate** siehe: Elektrische Schaltapparate.
- Schattenkonstruktionen** von Professor J. Boderlinn in Münster. Mit 114 Figuren. Nr. 236.
- Schleswig-Holstein**. Landeskunde von Schleswig-Holstein, Helgoland u. der freien und Hansestadt Hamburg von Dr. Paul Hambruch, Abteilungsvorsteher am Museum für Völkerkunde in Hamburg. Mit 166., Plänen, Profilen und 1 Karte in Lithographie. Nr. 563.
- Schiffs- und Küstenartillerie** bis zur Gegenwart, Die Entwicklung der, von Korvettenkapitän Huning. Mit Abbild. und Tabellen. Nr. 606.
- Schleusenbau**. Kanal- u. Schleusenbau von Regierungsbaumeister Otis Rappold in Stuttgart. Mit 78 Abbildungen. Nr. 585.
- Schmalspurbahnen** (Klein- u. Arbeits- u. Feldbahnen) v. Dipl.-Ing. Aug. Boshart in Nürnberg. Mit 99 Abbildungen. Nr. 524.
- Schmaroker und Schmarokertum** in der Tierwelt. Erste Einführung in die tierische Schmarokertum von Dr. Franz v. Wagner, a. o. Prof. a. d. Univ. Graz. Mit 67 Abb. Nr. 151.
- Schreiner-Arbeiten**. Tischler- (Sarciner-) Arbeiten I: Materialien, Handwerkszeuge, Maschinen, Einzelverbindungen, Fußböden, Fenster, Fensterladen, Treppen, Aborte von Prof. E. Viehweger, Architekt in Köln. Mit 628 Fig. auf 75 Tafeln. Nr. 502.
- Schuldrecht**. Recht des Bürgerl. Gesetzbuches. Zweites Buch: Schuldrecht. I. Abteilung: Allgemeine Lehren von Dr. Paul Dertmann. Prof. a. d. Univ. Erlangen. Nr. 323.
- II. Abteilung: Die einzelnen Schuldverhältnisse von Dr. Paul Dertmann, Professor a. d. Universität Erlangen. Nr. 324.
- Schule**, die deutsche, im Auslande von Hans Amrhein, Seminar-Oberlehrer in Rheht. Nr. 259.
- Schulhaus**. Die Baukunst des Schulhauses von Prof. Dr.-Ing. Ernst Bettelein in Darmstadt. I: Das Schulhaus. Mit 38 Abbild. II: Die Schulräume — Die Nebenanlagen. Mit 31 Abbild. Nr. 443 und 444.
- Schulpraxis**. Methodik der Volksschule von Dr. R. Gehfert, Seminardirektor in Bschopau. Nr. 50.
- Schweiß- und Schneidverfahren**, Das autogene, von Ingenieur Hans Niese in Kiel. Mit 30 Fig. Nr. 499.
- Schweiz**. Schweizerische Geschichte von Dr. R. Dändliker, Professor an der Universität Zürich. Nr. 188.
- Landeskunde der Schweiz von Prof. Dr. S. Walser in Bern. Mit 16 Abb. und 1 Karte. Nr. 398.

- Schwimmanstalten.** Öffentl. Bade- und Schwimmanstalten von Dr. Karl Wolff, Stadt-Oberbaurat in Hannover. Mit 50 Fig. Nr. 380.
- Seemacht, Die, in der deutschen Geschichte** von Wirkl. Admiralitätsrat Dr. Ernst von Halle, Professor an der Universität Berlin. Nr. 370.
- Seerecht, Das deutsche, von Dr. Otto Brandis, Oberlandesgerichtsrat in Hamburg. I: Allgemeine Lehren: Personen und Sachen des Seerechts.** Nr. 386.
- II: Die einzelnen seerechtlichen Schuldverhältnisse: Verträge des Seerechts und außervertragliche Haftung. Nr. 387.
- Seifenfabrikation, Die, die Seifenanalyse und d. Kerzenfabrikation** v. Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette u. Ole II.) Mit 25 Abbildgn. Nr. 336.
- Semitische Sprachwissenschaft** von Dr. C. Brodelmann, Professor an der Univerf. Königsberg. Nr. 291.
- Serbokroatische Grammatik** von Dr. Vladimir Corovic, Bibliothekar des bosn.-herzegow. Landesmuseums in Sarajevo (Bosnien). Nr. 638.
- Serbokroatisches Lesebuch mit Glossar** von Dr. Vladimir Corovic, Bibliothekar des bosn.-herzegow. Landesmuseums i. Sarajevo (Bosn.). Nr. 639.
- Serbokroatisch-deutsches Gesprächsbuch** von Dr. Vladimir Corovic, Bibliothekar des bosn.-herzegow. Landesmuseums i. Sarajevo (Bosn.). Nr. 640.
- Silikate. Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels** von Dr. Gustav Rauter in Charlottenburg. I: Glas u. keramische Industrie. R. 12 Taf. Nr. 233.
- II: Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.
- Simplicius Simplicissimus** von Hans Jakob Christoffel v. Grimmelshausen. In Auswahl herausgeg. von Prof. Dr. F. Bobertag, Dozent an der Universität Breslau. Nr. 138.
- Skandinavien, Landeskunde von, (Schweden, Norwegen u. Dänemark)** von Heinrich Kerp, Kreis- schulispektor in Kreuzburg. Mit 11 Abb. und 1 Karte. Nr. 202.
- Slavische Literaturgeschichte** v. Dr. J. Karáfel in Wien. I: Ältere Literat. bis zur Wiedergeburt. Nr. 277.
- II: Das 19. Jahrh. Nr. 278.
- Soziale Frage, Die Entwicklung der sozialen Frage** von Professor Dr. Ferdin. Lönnes. Nr. 353.
- Sozialversicherung** von Prof. Dr. Alfred Manes in Berlin. Nr. 267.
- Soziologie** von Prof. Dr. Thomas Schelis in Bremen. Nr. 101.
- Spalt- und Schleimpilze.** Eine Einführung in ihre Kenntnis von Prof. Dr. Gustav Lindau, Kustos am Kgl. Botanischen Museum und Privatdozent der Botanik an der Univ. Berlin. Mit 11 Abb. Nr. 642.
- Spanien. Spanische Geschichte** von Dr. Gustav Diercks. Nr. 266.
- Landeskunde der Iberischen Halbinsel v. Dr. Fritz Regel, Prof. an der Univ. Würzburg. Mit 8 Karten und 8 Abbild. im Text und 1 Karte in Farbendruck. Nr. 235.
- Spanische Handelskorrespondenz** von Dr. Alfredo Nadal de Marizcurrena. Nr. 295.
- Spanische Literaturgeschichte** v. Dr. Rud. Beer, Wien. I. II. Nr. 167, 168.
- Speicher, Industrielle und gewerbliche Bauten (Speicher, Lagerhäuser u. Fabriken)** v. Architekt Heint. Salzmann in Düsseldorf. II: Speicher u. Lagerhäuser. Mit 123 Fig. Nr. 512.
- Spinnerei. Textilindustrie I: Spinnerei und Zwirnerei** von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Königl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 39 Figuren. Nr. 184.
- Spitzenfabrikation. Textilindustrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikat. u. Filzfabrikation** von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Fig. Nr. 185.
- Sportanlagen** von Dr. phil. u. Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. I. Mit 78 Abbildungen. Nr. 684.
- Sprachdichtung.** Walther von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang und Sprachdichtung. Mit Anmerkgn. u. einem Wörterbuch v. Otto Günther, Prof. a. d. Oberrealschule u. an der Technischen Hochschule in Stuttgart. Nr. 23.

- Staatslehre, Allgemeine**, von Dr. Hermann Rehm, Prof. a. d. Universität Straßburg i. E. Nr. 358.
- Staatsrecht, Allgemeines**, von Dr. Julius Hatichel, Prof. d. Rechte an der Universität Göttingen. 3 Bändchen. Nr. 415—417.
- Staatsrecht, Preussisches**, von Dr. Fritz Stier-Somlo, Prof. a. d. Universität Bonn. 2 Teile. Nr. 298, 299.
- Stadtstraßenbau** von Dr.-Ing. Georg Klose in Berlin. Mit 50 Abb. Nr. 740.
- Stammestunde, Deutsche**, von Dr. Rudolf Much, a. o. Prof. a. d. Univ. Wien. M. 2 Kart. u. 2 Taf. Nr. 126.
- Statik** von W. Hauber, Dipl.-Ing. 1. Teil: Die Grundlehren der Statik starrer Körper. Mit 82 Fig. Nr. 178.
- II. Teil: Angewandte Statik. Mit 61 Figuren. Nr. 179.
- Graphische, mit besond. Berücksichtigung der Einflußlinien von Kgl. Oberlehrer Dipl.-Ing. Otto Hentel in Rendsburg. 2 Teile. Mit 207 Fig. Nr. 603, 605.
- Steinhauerarbeiten. Maurer- und Steinhauerarbeiten** von Prof. Dr. phil. und Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildungen. Nr. 419—421.
- Stellwerke. Die Kraftstellwerke der Eisenbahnen** von S. Scheibner, Kgl. Oberbaurat a. D. in Berlin. 2 Bändchen. Mit 72 Abbild. Nr. 689/90.
- Die mechanischen Stellwerke der Eisenbahnen von S. Scheibner, Kgl. Oberbaurat a. D. in Berlin. 2 Bändchen. Mit 79 Abbild. Nr. 674 u. 688.
- Stenographie. Geschichte der Stenographie** von Dr. Arthur Menz in Königsberg i. Pr. Nr. 501.
- Stenographie n. d. System v. F. F. Gabelsberger** von Dr. Albert Schramm, Museumsdirektor in Leipzig. Nr. 246.
- Die Kedeſchrift des Gabelsbergerſchen Systems von Dr. Albert Schramm, Museumsdirektor in Leipzig. Nr. 368.
- Stenographie. Lehrbuch d. Vereinfachten Deutschen Stenographie** (Einig. System Stolze-Schrey) nebst Schlüssel, Lesebüden u. einem Anhang von Professor Dr. Amsel, Oberlehrer des Kadettenkorps in Lichterfelde. Nr. 86.
- Stenographie. Kedeſchrift. Lehrbuch d. Kedeſchrift d. Syst. Stolze-Schrey** nebst Kürzungsbeisp., Lesebüden, Schlüssel und einer Anleitung zur Steigerung der stenographischen Fertigkeit von Heinrich Dröſe, aml. bad. Landtagsſtenograph in Karlsruhe (W.). Nr. 494.
- Stereochemie** von Dr. E. Wedekind. Prof. an der Universität Tübingen. Mit 34 Abbildungen. Nr. 201.
- Stereometrie** von Dr. R. Glaſer in Stuttgart. Mit 66 Figuren. Nr. 97.
- Sternsystem. Astronomie. Größe, Bewegung u. Entfernung d. Himmelskörper v. A. F. Möbius**, neu bearb. v. Dr. Herm. Kobold, Prof. a. d. Univers. Kiel. II: Kometen, Meteore u. das Sternsystem. Mit 15 Fig. u. 2 Sternkarten. Nr. 529.
- Steuersysteme des Auslandes**, Die, v. Geh. Oberfinanzrat D. Schwarz in Berlin. Nr. 426.
- Stilkunde** v. Prof. Karl Otto Hartmann in Stuttgart. Mit 7 Kollbild. u. 195 Textillustrationen. Nr. 80.
- Stöchiometrische Aufgabensammlung** von Dr. Wilh. Bahrdt, Oberl. an d. Oberrealschule in Groß-Lichterfelde. Mit den Resultaten. Nr. 452.
- Straßenbahnen** von Dipl.-Ing. Aug. Boshart in Nürnberg. Mit 72 Abbildungen. Nr. 559.
- Strategie** von Löffler, Major im Kgl. Sächs. Kriegsm. i. Dresd. Nr. 605.
- Ströme und Spannungen in Starkstromnetzen** v. Jos. Herzog, Dipl.-Elektroing. in Budapest u. Clarence Feldmann, Prof. d. Elektotechnik in Delft. Mit 68 Abb. Nr. 456.
- Südamerika. Geschichte Südamerikas** von Dr. Hermann Lufft. I: Das spanische Südamerika (Chile, Argentinien und die kleineren Staaten). Nr. 632.
- II: Das portugiesische Südamerika (Brasilien). Nr. 672.
- Südseegebiet. Die deutschen Kolonien II: Das Südseegebiet und Klautschou** v. Prof. Dr. K. Dove. M. 16 Taf. u. 1 lith. Karte. Nr. 520.
- Talmud. Die Entstehung des Talmuds** von Dr. S. Funk in Boskowitz. Nr. 479.
- Talmudproben** von Dr. S. Funk in Boskowitz. Nr. 583.

- Technisch-Chemische Analyse** von Dr. G. Lunge, Prof. a. d. Eidgenöss. Polytechn. Schule in Zürich. Mit 18 Abbildungen. Nr. 195.
- Technisch-chemische Rechnungen** v. Chem. H. DeGENER. Mit 4 Fig. Nr. 701.
- Technische Tabellen und Formeln** von Dr.-Ing. W. Müller, Dipl.-Ing. am Kgl. Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde. Mit 106 Figuren. Nr. 579.
- Technisches Wörterbuch**, enthaltend die wichtigsten Ausdrücke d. Maschinenbaues, Schiffbaues u. d. Elektrotechnik von Erich Krebs in Berlin.
- I. Teil: Dtsch.-Engl. Nr. 395.
 — II. Teil: Engl.-Dtsch. Nr. 396.
 — III. Teil: Dtsch.-Franz. Nr. 453.
 — IV. Teil: Franz.-Dtsch. Nr. 454.
- Technologie, Allg. chemisch**. v. Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.
- **Mechanische**, v. Geh. Hofrat Prof. A. Lüdicke in Braunschweig. 2 Bde. Nr. 340, 341.
- Teerfarbstoffe**, Die, mit bes. Berücksichtigung der synthetisch. Methoden v. Dr. Hans Bucherer, Prof. a. d. Kgl. Techn. Hochschule, Dresd. Nr. 214.
- Telegraphenrecht** v. Postinspektor Dr. jur. Alfred Wolke in Bonn. I: Einleitung. Geschichtliche Entwicklung. Die Stellung d. deutsch. Telegraphenwesens im öffentl. Rechte, allgemeiner Teil. Nr. 509.
- II: Die Stellung d. deutsch. Telegraphenwesens im öffentl. Rechte, besonderer Teil. Das Telegraphen-Strafrecht. Rechtsverhältnis d. Telegraphie z. Publikum. Nr. 510.
- Telegraphie, Die elektrische**, v. Dr. Lud. Kellstab. Mit 19 Fig. Nr. 172.
- Testament. Die Entstehung des Alten Testaments** v. Lic. Dr. W. Staerk, Prof. a. d. Univ. Jena. Nr. 272.
- **Die Entstehung des Neuen Testaments** v. Prof. Lic. Dr. Carl Clemen in Bonn. Nr. 285.
- Textilindustrie. I: Spinnerei und Zwirnerei** v. Prof. Max Gürtler, Geh. Reg.-Rat im Kgl. Landesgewerbeamt, Berlin. M. 9 Fig. Nr. 184.
- II: **Weberei, Wirkerei, Kosamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation** v. Prof. M. Gürtler, Geh. Regierungsrat i. Kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. M. 29 Fig. Nr. 185.
- Textilindustrie. III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe** v. Dr. Wilh. Massot, Prof. a. d. Preuß. höh. Fachschule f. Textilindustrie. i. Krefeld. M. 28 Fig. Nr. 186.
- Textiltechnische Untersuchungsmethoden** von Dr. Wilhelm Massot, Professor an der Färberei- u. Appreturschule Krefeld. I: Die Mikroskopie der Textilmaterialien. Mit 92 Figuren. Nr. 673.
- Thermodynamik (Technische Wärmelehre)** v. R. Walther u. M. Röttinger, Dipl.-Ing. M. 54 Fig. Nr. 242.
- Thermodynamik (Technische Wärmelehre)**. Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- und Kältemaschinen von M. Röttinger, Dipl.-Ing. in Mannheim. Nr. 2.
- Thüringische Geschichte** v. Dr. Ernst Devrient in Leipzig. Nr. 352.
- Tierbiologie. Abriß der Biologie der Tiere** v. Dr. Heinrich Einroth, Prof. a. d. Univ. Leipzig. I: Entstehung u. Weiterbildung der Tierwelt. — Beziehungen zur organ. Natur. Mit 34 Abbild. Nr. 131.
- II: **Beziehungen der Tiere zur organischen Natur**. Mit 35 Abbild. Nr. 654.
- Tiere, Entwicklungsgeschichte der**, von Dr. Johs. Reichenheimer, Prof. der Zoologie a. d. Universität Jena. I: Furchung, Primitivanlagen, Larven, Formbildung, Embryonalhüllen. Mit 48 Fig. Nr. 378.
- II: **Organbildung**. Mit 46 Figuren. Nr. 379.
- Tiergeographie** v. Dr. Arnold Jacobi, Professor der Zoologie a. d. Kgl. Forstakademie zu Tharandt. Mit 2 Karten. Nr. 218.
- Tierkunde** von Dr. Franz v. Wagner, Prof. a. d. Universität Graz. Mit 78 Abbildungen. Nr. 60.
- Tierreich, Das, I: Säugetiere** v. Oberstudient. Prof. Dr. Kurt Lampert, Vorst. d. Kgl. Naturalienkabinetts in Stuttgart. M. 15 Abb. Nr. 282.
- III: **Reptilien und Amphibien** von Dr. Franz Werner, Prof. a. d. Univ. Wien. Mit 48 Abb. Nr. 383.
- IV: **Fische** von Prof. Dr. Max Rauter in Neapel. Nr. 356.
- V: **Insekten** von Dr. F. Groß in Neapel (Stazione Zoologica). Mit 56 Abbildungen. Nr. 594.

Tierreich, Das, VI: Die wirbellosen Tiere von Dr. Knob. Böhmig Prof. d. Zool. a. d. Univ. Graz I: Urtiere, Schwämme, Nesseltiere, Rippenquallen und Würmer. Mit 74 Fig. Nr. 439.

— II: Krebse, Spinnentiere, Tausendfüßer, Weichtiere, Moostierchen, Armsfüßer, Stachelhäuter und Manteltiere. M. 97 Fig. Nr. 440.

Tierzuchtlehre, Allgemeine und spezielle, von Dr. Paul Rippert in Essen. Nr. 228.

Tischler- (Schreiner-) Arbeiten I: Materialien, Handwerkzeuge, Maschinen, Einzelverbindungen, Fußböden, Fenster, Fensterladen, Treppen, Aborte von Prof. C. Bieheweger, Architekt in Köln. Mit 628 Figuren auf 75 Tafeln. Nr. 502.

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

Toxikologische Chemie von Privatdozent Dr. C. Mannheim in Bonn. Mit 6 Abbildungen. Nr. 465.

Trigonometrie, Ebene und sphärische, von Prof. Dr. Gerh. Hassenberg in Breslau. Mit 70 Fig. Nr. 99.

Tropenhygiene v. Medizinalrat Prof. Dr. Nocht, Direktor des Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg. Nr. 369.

Truht. Kartell und Truht von Dr. C. Tschierschky in Düsseldorf. Nr. 522.

Tschechisch-deutsches Gesprächsbuch v. Dr. Emil Smetánka, ao. Prof. an der böhm. Univ. Prag. Nr. 722.

Tschechische Grammatik von Dr. Emil Smetánka, ao. Prof. an der böhm. Univ. Prag. Nr. 721.

Tschechisches Lesebuch mit Glossar von Dr. Emil Smetánka, ao. Prof. an der böhm. Univ. Prag. Nr. 723.

Turnen, Das deutsche, v. Dr. Rudolf Gasch, Prof. a. König Georg-Gymn. in Dresden. Mit 87 Abb. Nr. 628.

Turnkunst, Geschichte der, von Dr. Rudolf Gasch, Prof. a. König Georg-Gymnasium in Dresden. Mit 17 Abbildungen. Nr. 504.

Ungarn. Landeskunde von Österreich-Ungarn von Dr. Alfred Grund, Prof. an der Universität Prag. Mit 10 Textillustr. u. 1 Karte. Nr. 244.

Ungarisch-deutsches Gesprächsbuch von Dr. Wilhelm Tolnai, Prof. an der staatlich. Bürgerschullehrerinnen-Bildungsanst. in Budapest. Nr. 739.

Ungarische Literatur, Geschichte der, von Prof. Dr. Ludwig Katona und Dr. Franz Szinnyei, beide an der Universität Budapest. Nr. 550.

Ungarische Sprachlehre v. Dr. Josef Szinnyei, o. ö. Prof. an der Universität Budapest. Nr. 595.

Ungarisches Lesebuch mit Glossar von Dr. Wilhelm Tolnai, Professor an der staatlichen Bürgerschullehrerinnen-Bildungsanstalt in Budapest. Nr. 694.

Unterrichtswesen. Geschichte d. deutschen Unterrichtswesens von Prof. Dr. Friedrich Seiler, Direktor des kgl. Gymnasiums zu Ludau. I. Teil: Von Anfang an bis zum Ende d. 18. Jahrh. Nr. 275.

— II. Teil: Vom Beginn des 19. Jahrhunderts bis auf die Gegenwart. Nr. 276.

— **Das höhere und mittlere Unterrichtswesen in Deutschland** von Schulrat Prof. Dr. Jakob Wichoram in Pilsen. Nr. 644.

Untersuchungsmethoden, Agrilkulturchemische, von Professor Dr. Emil Haselhoff, Vorsteher der landwirtschaftlichen Versuchstation in Marburg in Hessen. Nr. 470.

Urgeschichte der Menschheit von Dr. Moriz Hoernes, Professor an der Univ. Wien. Mit 85 Abb. Nr. 42.

Urheberrecht, Das, an Werken der Literatur und der Tonkunst, das Verlagsrecht und das Urheberrecht an Werken d. bildenden Künste u. Photographie v. Staatsanw. Dr. J. Schlittgen in Chemnitz. Nr. 361.

Urheberrecht, Das deutsche, an literarischen, künstlerischen u. gewerbl. Schöpfungen, mit besonderer Berücksichtigung der internationalen Verträge von Dr. Gustav Rauter, Patentanwalt in Charlottenburg. Nr. 263.

Urzeit. Kultur der Urzeit von Dr. Moriz Hoernes, o. ö. Prof. an der Univ. Wien. 3 Bändch. I: Steinzeit. Mit 40 Bildergrupp. Nr. 564.

— II: Bronzezeit. Mit 36 Bildergruppen. Nr. 565.

— III: Eisenzeit. Mit 35 Bildergruppen. Nr. 566.

- Vektoranalyse** von Dr. Siegf. Valentin, Prof. an der Bergakademie in Clausthal. Mit 16 Fig. Nr. 354.
- Venezuela.** Die Cordillerenstaaten von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. II: Ecuador, Colombia u. Venezuela. Mit 16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 653.
- Veranschlagen, Das, im Hochbau.** Kurzgefaßtes Handbuch üb. d. Wesen d. Kostenanschlags v. Architekt Emil Beutinger, Assistent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit vielen Fig. Nr. 385.
- Vereinigte Staaten.** Landeskunde der Vereinigten Staaten von Nordamerika von Professor Heinrich Fischer, Oberlehrer am Luisenstädt. Realgymnasium in Berlin. I. Teil: Mit 22 Karten und Figuren im Text und 14 Tafeln. Nr. 381.
- II. Teil: Mit 3 Karten im Text, 17 Tafeln u. 1 lith. Karte. Nr. 382.
- Vergil.** Die Gedichte des P. Vergilius Maro. In Auswahl mit einer Einleitung u. Anmerkungen herausgeg. von Dr. Julius Fiehn. I: Einleitung und Aeneis. Nr. 497.
- Vermessungskunde** von Dipl.-Ing. P. Wertmeister, Oberlehrer an der Kais. Techn. Schule in Strassburg i. E. I: Feldmessen und Nivellieren. Mit 146 Abb. Nr. 468.
- II: Der Theodolit. Trigonometrische u. barometr. Höhenmessung. Tachymetrie. Mit 109 Abbildungen. Nr. 469.
- Versicherungsmathematik** von Dr. Alfred Loewy, Professor an der Universität Freiburg i. B. Nr. 180.
- Versicherungswesen, Das,** von Dr. iur. Paul Kolbenhauer, Professor der Versicherungswissenschaft an der Handelshochschule Köln. I: Allgemeine Versicherungslehre. Nr. 262.
- II: Die einzelnen Versicherungszweige. Nr. 636.
- Versicherungswesen, Technik des,** von Dr. Hans Hilbert in Berlin. Nr. 741.
- Völkerkunde** v. Dr. Michael Haberlandt, I. u. I. Rostos d. ethnogr. Sammlung d. naturhist. Hofmuseums u. Privatdozent a. d. Univ. Wien. Mit 56 Abbild. Nr. 73.
- Völkernamen.** Länder- u. Völkernamen von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig. Nr. 478.
- Vollsbibliotheken** (Bücher- u. Lesehallen), ihre Einrichtung, u. Verwaltung v. Emil Jaeschke, Stadtbibliothekar in Elberfeld. Nr. 332.
- Volklied, Das deutsche,** ausgewählt und erläutert von Prof. Dr. Jul. Sahr. 2 Bändchen. Nr. 25, 132.
- Volkswirtschaftslehre** von Dr. Carl Johs. Fuchs, Professor an der Universität Tübingen. Nr. 133.
- Volkswirtschaftspolitik** v. Präsident Dr. R. van d. Borgh, Berlin. Nr. 177.
- Waffen.** Die blanken, und die Schusswaffen, ihre Entwicklung von der Zeit der Landsknechte bis zur Gegenwart m. besonderer Berücksichtigung der Waffen in Deutschland, Österreich-Ungarn und Frankreich von W. Gohlke, Feuerwerks-Major a. D. in Berlin-Steglitz. Mit 115 Abbildungen. Nr. 631.
- Wahrscheinlichkeitsrechnung** von Dr. F. Haß, Prof. a. Eberh.-Ludw.-Gymn. in Stuttgart. Nr. 15 Fig. Nr. 508.
- Waldeck.** Landeskunde des Großherzogtums Hessen, der Provinz Hessen-Nassau und des Fürstentums Waldeck von Professor Dr. Georg Greim in Darmstadt. Mit 13 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 376.
- Waltherlied, Das,** im Versmaße der Urschrift überfetzt u. erläutert von Prof. Dr. G. Althof, Oberlehrer am Realgymnas. in Weimar. Nr. 46.
- Walther von der Vogelweide,** mit Auswahl a. Minnesang u. Spruchdichtung. Mit Anmerkgn. u. einem Wörterbuch v. Otto Günther, Prof. a. d. Oberrealschule und an der Techn. Hochsch. in Stuttgart. Nr. 23.
- Walzwerke.** Die, Einrichtung und Betrieb. Von Dipl.-Ing. H. Holverschmid, Oberlehrer a. d. Kgl. Maschinenbau- u. Hüttenerschule in Duisburg. Mit 151 Abbild. Nr. 580.
- Warenhäuser.** Geschäfts- u. Warenhäuser v. G. Schliepmann, Kgl. Baur. i. Berlin. I: Vom Laden zum „Grand Magasin“. Mit 23 Abb. Nr. 655.
- II: Die weitere Entwicklung der Kaufhäuser. Mit 39 Abb. Nr. 656.
- Warenkunde** von Dr. Karl Hassack, Prof. u. Leiter der I. I. Handelsakademie in Graz. I. Teil: Unorganische Waren. Nr. 40 Abb. Nr. 222.
- II. Teil: Organische Waren. Mit 36 Abbildungen. Nr. 223.

- Warenzeichenrecht, Das.** Nach dem Gesetz z. Schutz d. Warenbezeichnungen v. 12. Mai 1894. Von Reg.-Rat J. Neuberg, Mitglied des Kaiserl. Patentamts zu Berlin. Nr. 360.
- Wärme. Theoretische Physik II. L.: Licht u. Wärme.** Von Dr. Gustav Jäger, Prof. a. d. Techn. Hochschule Wien. Mit 47 Abbildgn. Nr. 77.
- Wärmekraftmaschinen.** Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- u. Kältemaschinen von M. Röttlinger, Diplom.-Ing. in Mannheim. Mit 73 Fig. Nr. 2.
- Wärmelehre, Technische, (Thermodynamik) v. R. Walther u. M. Röttlinger, Dipl.-Ing. Mit 54 Fig. Nr. 242**
- Wäscherei. Textilindustrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe** von Dr. Wilh. Massot, Prof. an der Preuß. höh. Fachschule für Textilindustrie in Krefeld. Mit 28 Figuren. Nr. 186.
- Wasser, Das, und seine Verwendung in Industrie und Gewerbe** v. Dr. Ernst Leher, Dipl.-Ing. in Saalfeld. Mit 15 Abbildungen. Nr. 261.
- Wasser und Abwässer.** Ihre Zusammensetzung, Beurteilung u. Untersuchung v. Prof. Dr. Emil Haselhoff, Vorst. d. landwirtsch. Versuchsstation in Marburg in Hessen. Nr. 473.
- Wasserinstallationen. Gas- und Wasserinstallationen mit Einschluß der Abortanlagen** v. Prof. Dr. phil. u. Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. Mit 119 Abbild. Nr. 412.
- Wasserkraftanlagen** von Th. Rümelin, Regierungsbaumeister a. D., Oberingenieur in Dresden. I: Beschreibung. Mit 66 Figuren. Nr. 665.
- II: Gewinnung der Wasserkraft. Mit 35 Figuren. Nr. 666.
- III: Bau und Betrieb. Mit 56 Figuren. Nr. 667.
- Wasserturbinen, Die,** von Dipl.-Ing. B. Holl in Berlin. I: Allgemeines. Die Freistrahlturbinen. Mit 113 Abbildungen. Nr. 541.
- II: Die Überdruckturbinen. Die Wasserkraftanlagen. Mit 102 Abbild. Nr. 542.
- Wasserversorgung der Ortschaften** v. Dr.-Ing. Robert Wehrauch, Prof. an der Kaiserl. Technischen Hochschule Stuttgart. Mit 85 Fig. Nr. 5.
- Webererei. Textilindustrie II: Webererei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- u. Gardinenfabrikation und Filzfabrikation** von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Königl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Figuren. Nr. 185.
- Wechselstromerzeuger** von Ing. Karl Bichelmayer, Prof. an der k. k. Technischen Hochschule in Wien. Mit 40 Figuren. Nr. 547.
- Wechselwesen, Das, v. Rechtsanw. Dr. Rudolf Mothes in Leipzig.** Nr. 103.
- Wehrverfassung, Deutsche,** von Geh. Kriegsrat Karl Endres, vortr. Rat i. Kriegsminist. i. München. Nr. 401.
- Werkzeugmaschinen für Holzbearbeitung, Die,** von Ing. Professor Hermann Wilba in Bremen. Mit 125 Abbildungen. Nr. 582.
- Werkzeugmaschinen für Metallbearbeitung, Die,** von Ing. Prof. Hermann Wilba in Bremen. I: Die Mechanismen der Werkzeugmaschinen. Die Drehbänke. Die Fräsmaschinen. Mit 319 Abb. Nr. 561.
- II: Die Bohr- und Schleifmaschinen. Die Hobel-, Shaping- u. Stoßmaschinen. Die Sägen u. Scheren. Antrieb u. Kraftbedarf. Mit 206 Abbild. Nr. 562.
- Westpreußen. Landeskunde der Provinz Westpreußen** von Frh. Braun, Oberlehrer am Kgl. Gymnasium in Graudenz. Mit 16 Tafeln, 7 Textarten u. 1 lith. Karte. Nr. 570.
- Wettbewerb, Der unlauntere,** von Rechtsanw. Dr. Martin Wassermann in Hamburg. I: Generalklausel, Reklameauswüchse, Ausverkaufswesen, Angestelltenbestechung. Nr. 339.
- II: Kreditbeschädigung, Firmen- und Namenmißbrauch, Verat von Geheimnissen, Ausländerschutz. Nr. 535.
- Wirbellose Tiere. Das Tierreich VI: Die wirbellosen Tiere** von Dr. Ludwig Böhmig, Prof. d. Zoologie an der Univ. Graz. I: Urtiere, Schwämme, Nesseltiere, Rippenquallen u. Würmer. Mit 74 Fig. Nr. 439.
- II: Krebse, Spinnentiere, Tausendfüßer, Weichtiere, Moostierchen, Armfüßer, Stachelhäuter u. Manteltiere. Mit 97 Fig. Nr. 440.

- Wirkerei. Textilindustrie II: Webe-**
erei, Wirkerei, Bosamentiererei,
Spitzen u. Gardinenfabrikation
und Filzfabrikation von Prof. Max
Gürtler, Geh. Regierungsrat im
Königl. Landesgewerbeamt zu
Berlin. Mit 29 Figuren. Nr. 185
- Wirtschaftlichen Verbände, Die, von**
Dr. Leo Müffelmann in Rostock.
Nr. 586.
- Wirtschaftspflege. Kommunale Wirt-**
schaftspflege von Dr. Alfons Rieß,
Magistratsass. in Berlin. Nr. 534.
- Wohnungsfrage, Die, v. Dr. L. Bohle,**
Prof. der Staatswissenschaften zu
Frankfurt a. M. I: Das Wohnungs-
wesen i. d. modern. Stadt. Nr. 495.
— II: Die städtische Wohnungs-
und Bodenpolitik. Nr. 496.
- Wolfram von Eschenbach. Hartmann**
v. Aue, Wolfram v. Eschenbach
und Gottfried von Straßburg.
Auswahl aus dem höf. Epos m. An-
merkungen u. Wörterbuch v. Dr. K.
Marold, Prof. am Kgl. Friedrichs-
kolleg. zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.
- Wörterbuch nach der neuen deutschen**
Rechtschreibung von Dr. Heinrich
Klenz. Nr. 200.
— Deutsches, von Dr. Richard Voewe
in Berlin. Nr. 64.
— Technisches, enthaltend die wichtig-
sten Ausdrücke des Maschinenbaues,
Schiffbaues und der Elektrotechnik
von Erich Krebs in Berlin. I. Teil:
Deutsch-Englisch. Nr. 395.
— — II. Teil: Engl.-Dtsch. Nr. 396.
— — III. Teil: Dtsch.-Franz. Nr. 453.
— — IV. Teil: Franz.-Dtsch. Nr. 454.
- Württemberg. Württembergische Ge-**
schichte v. Dr. Karl Weller, Prof.
am Karlsghymnasium in Stuttgart.
Nr. 462.
- Württemberg. Landeskunde des**
Königreichs Württemberg von
Dr. K. Hassert, Prof. d. Geographie
a. d. Landeshochschule in Köln. Mit
16 Vollbildern u. 1 Karte. Nr. 157.
- Zeichenschule von Prof. K. Kimmich**
in Ulm. Mit 18 Tafeln in Ton-,
Farben- und Golddruck und 200
Voll- und Textbildern. Nr. 39.
- Zeichnen, Geometrisches, von G.**
Decker, Architekt und Lehrer an der
Baugewerkschule in Magdeburg,
neu bearbeitet von Prof. J. Von-
derlinn, Direktor der Königl. Bau-
gewerkschule zu Münster. Mit 290
Fig. u. 23 Taf. im Text. Nr. 58.
- Zeitungsweisen, Das deutsche, von Dr.**
K. Brunhuber, Köln a. Rh. Nr. 400.
- Zeitungsweisen, Das moderne, (Syst.**
d. Zeitungslehre) von Dr. Robert
Brunhuber in Köln a. Rh. Nr. 320.
- Zeitungsweisen, Allgemeine Geschichte**
des, von Dr. Ludwig Salomon
in Jena. Nr. 351.
- Zellenlehre und Anatomie der Pflan-**
zen von Prof. Dr. S. Wiehe in
Leipzig. Mit 79 Abbild. Nr. 556.
- Zentral-Perspektive von Architekt**
Hans Freyberger, neu bearbeitet
von Professor J. Vonderlinn, Di-
rektor der Königl. Baugewerkschule
in Münster i. Westf. Mit 132 Fig.
Nr. 57.
- Zimmerarbeiten von Carl Opitz, Ober-**
lehrer an der Kais. Techn. Schule in
Straßburg i. E. I: Allgemeines,
Ballenlagen, Zwischendecken und
Deckenbildungen, hölz. Fußböden,
Fachwerkswände, Hänge- und
Sprenghwerke. Mit 169 Ab-
bildungen. Nr. 489.
— II: Dächer, Wandbekleidungen,
Simshalungen, Blod-, Bohlen-
und Bretterwände, Säune, Türen,
Tore, Tribünen und Baugerüste,
Mit 167 Abbildungen. Nr. 490.
- Zivilprozessrecht, Deutsches, von Prof.**
Dr. Wilhelm Riech in Straßburg
i. E. 3 Bände. Nr. 428—430.
- Zoologie, Geschichte der, von Prof.**
Dr. Rud. Burdhardt. Nr. 357.
- Zündwaren von Direktor Dr. Alfons**
Bujard, Vorst. des Städt. Chem.
Laboratoriums Stuttgart. Nr. 109.
- Zwangsversteigerung, Die, und die**
Zwangsverwaltung von Dr. F.
Kreßschmar, Oberlandesgerichtsrat
in Dresden. Nr. 523.
- Zwirnerei. Textilindustrie I: Spin-**
nererei und Zwirnerei von Prof.
Max Gürtler, Geh. Regierungsrat
im Königlichem Landesgewerbeamt
zu Berlin. Mit 39 Fig. Nr. 184.

== Weitere Bände sind in Vorbereitung ==

Allgemeine Verkehrsgeographie.

Von Prof. Dr. Kurt Hassert. Mit 12 Karten und graphischen Darstellungen. Brosch. M. 10.—, in Halbfranz geb. M. 12.—.

Geschichte der Aufteilung und Kolonisation Afrikas seit dem Zeitalter der Entdeckungen.

Von Prof. Dr. Paul Darmstaedter. Erster Band: 1415—1870. Brosch. M. 7.50, in Halbfranz geb. M. 9.50.

Goethes Wilhelm Meister und die Entwicklung des modernen Lebensideals.

Von Professor Max Bundt. Brosch. M. 8.—, geb. M. 8.80.

Grundriß einer Philosophie des Schaffens als Kulturphilosophie.

Einführung in die Philosophie als Weltanschauungslehre. Von Privatdozent Dr. Otto Braun. Brosch. M. 4.50, geb. M. 5.—.

Das Gefühl. Eine psychologische Untersuchung.

Von Professor Dr. Theobald Ziegler. 5. durchgef. u. verb. Aufl. Brosch. M. 4.20, geb. M. 5.20.

Historik. Ein Organon geschichtlichen Denkens und Forschens.

Von Privatdozent Dr. Ludwig Rieß. Erster Band. Brosch. M. 7.50, in Halbfranz geb. M. 9.50.

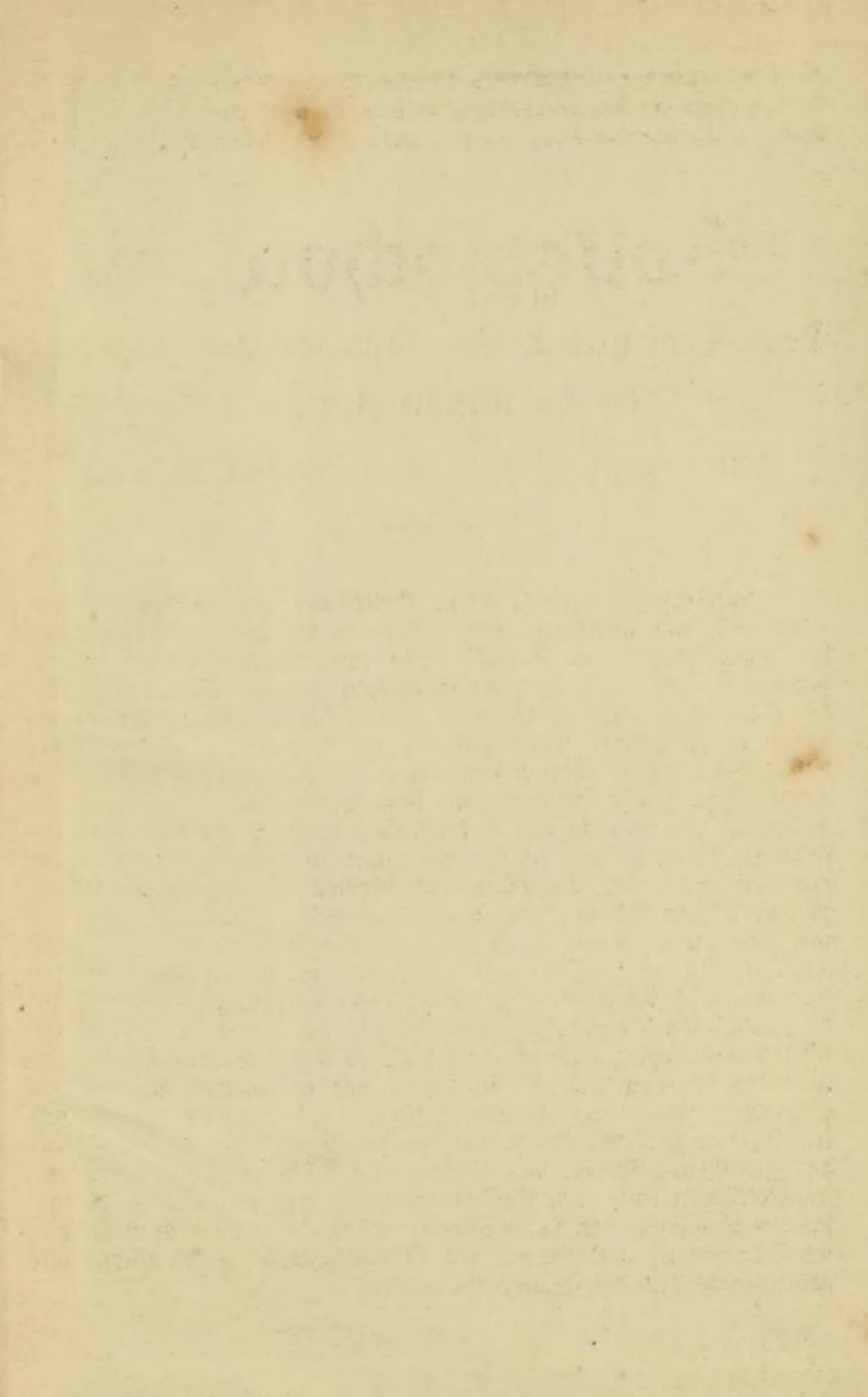
Volkspychologie

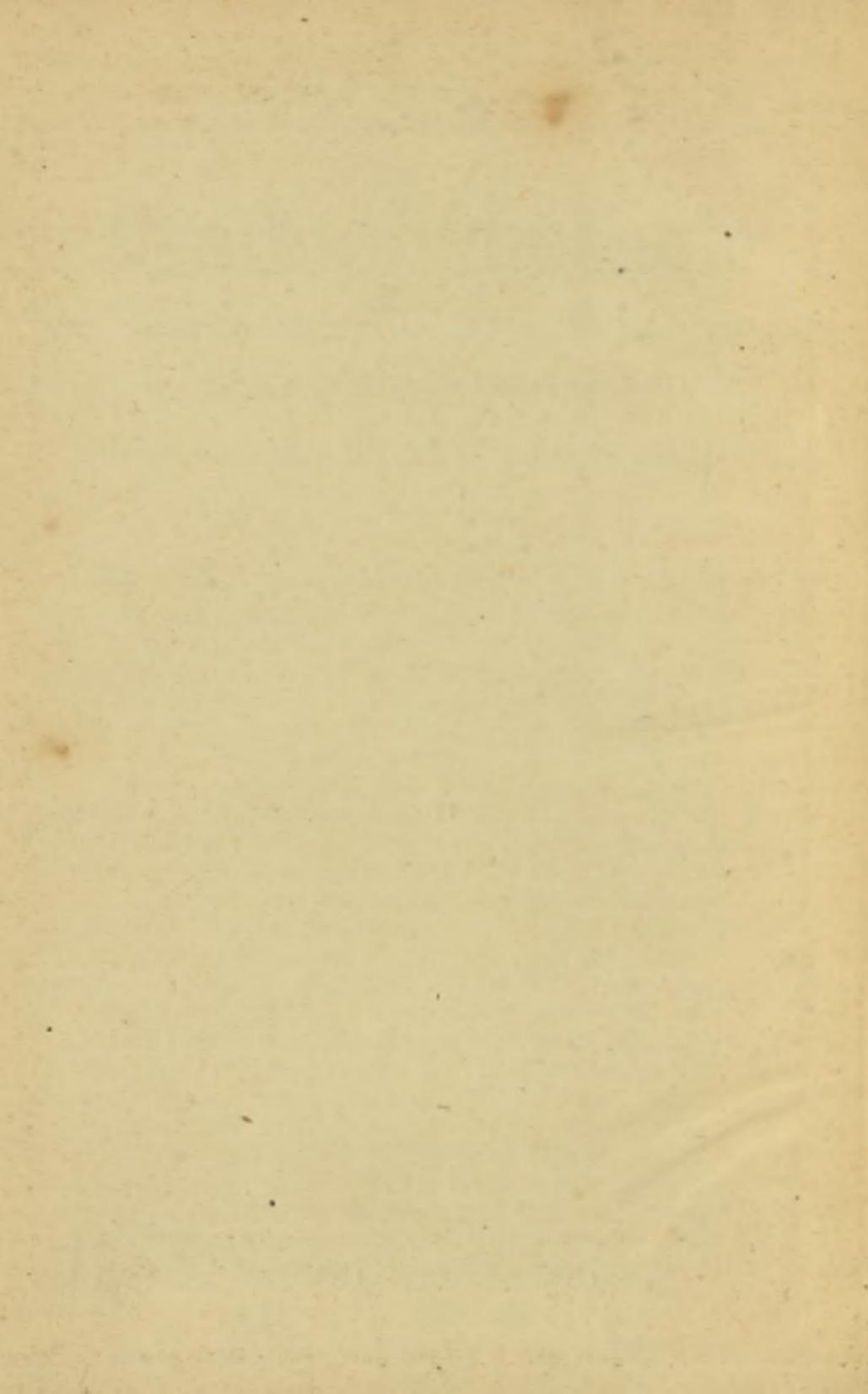
Das Seelenleben im Spiegel der Sprache

Von Dr. Rudolf Kleinpaul.

Preis: broschiert M. 4.80, gebunden M. 5.50.

Der Verfasser beginnt in der Einleitung des Werkes mit dem Nachweis, wie überhaupt eine Psyche in die Welt gekommen und den Naturkindern der Begriff eines inwendigen Menschen aufgegangen ist und schildert dann in großen Zügen die Schicksale und die Hauptbegebenheiten, die eine milßige Menge diesem inwendigen Menschen zuschreibt: sein romanhaftes Gemüthsleben, sein geplagtes Alltagsleben, sein Naturleben, seine Erfahrungswissenschaft, sein Traumleben, seine Ekstasen und sein Leben nach dem Tode. Er entwickelt die sensualistische Erkenntnistheorie des Volkes. Mit beispielloser Kühnheit wird im Verfolg seiner Anschauungen der Vorhang von der geheimen Werkstätte des Geistes weggezogen und dem philosophischen Ich auf den Grund gegangen. Zum erstenmal und mit überlegener Kunst wurde hier an die Grundlagen des psychologischen Wissens selbst gerührt und von dem hergebrachten Schematismus an die Worte und ihren sichtbaren Ursprung appelliert. Auf die einfachsten Begriffe der Seelenlehre, der Logik und der Moral fällt dabei plötzlich und überraschend ein helles Schlaglicht — man sieht den Frieden und den Kummer, wie er gewesen ist, und den Schmerz, wie in ein Laokoon gefühlt hat, man sieht die Geduld tragen, den Verstand stehen und die Intelligenz lesen — der Grund, der zureichende Grund, das Wissen selbst erscheint in seiner wahren, unverfälschten und unverkünstelten Gestalt, eine Umwälzung der gesamten philosophischen Terminologie tritt ein, und dennoch ist es keine neue Phantasie, sondern nur eine Wiederherstellung des Alten, Eingebürgerten und männiglich Bekannten.





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301461



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295846