

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw. ~~380~~

rgung  
der Ortschaften

Von

Prof. Dr.-Ing. R. Weyrauch

Mit 85 Figuren



4152681

# Sammlung

# Götschen

Unser heutiges Wissen  
in kurzen klaren,  
allgemeinverständlichen  
Einzeldarstellungen

Jede Nummer in eleg. Leinwandband 80 Pf.

G. J. Götschen'sche Verlagshandlung  
G. m. b. H., Berlin und Leipzig

Zweck und Ziel der „Sammlung Götschen“ ist, in Einzeldarstellungen eine klare, leichtverständliche und übersichtliche Einführung in sämtliche Gebiete der Wissenschaft und Technik zu geben; in engem Rahmen, auf streng wissenschaftlicher Grundlage und unter Berücksichtigung des neuesten Standes der Forschung bearbeitet, soll jedes Bändchen zuverlässige Belehrung bieten. Jedes einzelne Gebiet ist in sich geschlossen dargestellt, aber dennoch stehen alle Bändchen in innerem Zusammenhange miteinander. So daß das Ganze, wenn es vollendet ist, eine vollständige systematische Darstellung der Wissenschaften sein dürfte.

Ein ausführliches Verzeichnis der erschienenen Nummern

in den erschienenen Bändchen

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296063

90

Tiefbautechnische Bibliothek  
aus der Sammlung Götschen  
des Verlags des Bauverlages  
H. Müller, Berlin, Wilmersdorf, 10. Platz  
H. Müller, Berlin, Wilmersdorf, 10. Platz  
H. Müller, Berlin, Wilmersdorf, 10. Platz

Dom 1. Januar 1913 ab  
beträgt der Preis der  
Sammlung Götschen  
90 Pf. für den Band

Göthen

Sammlung Göthen  
betragt der Preis der  
Lohn 1. Januar 1812 ab  
100 Pf. für den Band

# Tiefbautechnische Bibliothek

aus der Sammlung Göschen.

Jedes Bändchen eleg. in Leinwand gebunden 80 Pfennig.

**Geologie** in kurzem Auszug für Schulen und zur Selbstbelehrung zusammengestellt von Prof. Dr. Eberh. Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln mit 51 Figuren. Nr. 13.

**Mineralogie** von Dr. R. Brauns, Prof. an der Universität Bonn. Mit 132 Abbildungen. Nr. 29.

**Petrographie** von Dr. W. Bruhns, Prof. an der Universität Straßburg i. E. Mit 15 Abbildungen. Nr. 173.

**Das Rechnen in der Technik** und seine Hilfsmittel (Rechenchieber, 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. Material-Prüfungsamt 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 W. Hauber, Diplom-Ingenieur in Stuttgart. Mit 82 Figuren. Nr. 178.

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

**Festigkeitslehre** von W. Hauber, Diplom-Ingenieur in Stuttgart. Mit 56 Figuren. Nr. 288.

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

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

**Kinematik** von Dipl.-Ing. Hans Polster, Assistent an der Kgl. Techn. Hochschule in Dresden. Mit 76 Abbildungen. Nr. 584.

**Elastizitätslehre für Ingenieure. I: Grundlagen und Allgemeines über Spannungszustände, Zylinder, Ebene Platten, Torsion, Gekrümmte Träger** von Prof. Dr.-Ing. Max Enßlin an der Kgl. Baugewerkschule Stuttgart und Privatdozent an der Techn. Hochschule Stuttgart. Mit 60 Abbildungen. Nr. 519.

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

- 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.
- Die Photographie** von H. Keßler, Professor an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 3 Taf. und 42 Abb. Nr. 94.
- Die Baustoffkunde** von Prof. H. Haberstroh, Oberlehrer an der Herzogl. Baugewerkschule Holzminden. Mit 36 Abbild. Nr. 506.
- Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels** von Dr. Gustav Rauter in Charlottenburg. **I:** Glas und keramische Industrie. Mit 12 Tafeln. Nr. 233.  
— **II:** Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.
- Vermessungskunde** von Dipl.-Ing. P. Werkmeister, Oberlehrer an der Kaiserl. Techn. Schule in Straßburg i. E. **I:** Feldmessen und Nivellieren. Mit 146 Abbildungen. Nr. 468.  
— **II:** Der Theodolit. Trigonometrische und barometrische Höhenmessung. Tachymetrie. Mit 109 Abbildungen. Nr. 469.
- Landstraßenbau** von Kgl. Oberlehrer A. Liebmann, Betriebsdirektor a. D. in Magdeburg. Mit 44 Figuren. Nr. 598.
- Die Entwicklung des modernen Eisenbahnbaues** von Dipl.-Ing. Alfred Birk, Eisenbahnoberingenieur a. D., o. ö. Prof. an der k. k. Deutschen Techn. Hochschule in Prag. Mit 27 Abb. Nr. 553.
- Hochbauten der Bahnhöfe** von Eisenbahnbauinspektor C. Schwab, Vorstand der Kgl. E.-Hochbauaktion Stuttgart II. **I:** Empfangsgebäude. Nebengebäude. Güterschuppen. Lokomotivschuppen. Mit 91 Abbildungen. Nr. 515.
- Eisenbahnfahrzeuge** von H. Hinnenthal, Regierungsbaumeister und Oberingenieur in Hannover. **I:** Die Lokomotiven. Mit 89 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Nr. 107.  
— **II:** Die Eisenbahnwagen und Bremsen. Mit Anhang: Die Eisenbahnfahrzeuge im Betrieb. Mit 56 Abb. im Text und 3 Tafeln. Nr. 108.
- Schmalspurbahnen** (Klein-, Arbeits- und Feldbahnen) von Dipl.-Ing. August Boshart in Nürnberg. Mit 99 Abbildungen. Nr. 524.
- Straßenbahnen** von Dipl.-Ing. August Boshart in Nürnberg. Mit 72 Abbildungen. Nr. 559.
- Wasserversorgung der Ortschaften** von Dr.-Ing. Robert Weyrauch, Professor an der Technischen Hochschule Stuttgart. Mit 85 Figuren. Nr. 5.
- Flußbau** von Regierungsbaumeister Otto Rappold in Stuttgart. Mit vielen Abbildungen. Nr. 597.
- Kanal- und Schleusenbau** von Regierungsbaumeister Otto Rappold in Stuttgart. Mit 78 Abbildungen. Nr. 585.

---

Weitere Bände erscheinen in rascher Folge.

Sammlung Göschen

*Albert*  
*Zugun*  
*1915*

# Wasserversorgung der Ortschaften

Von

**Dr.-Ing. Robert Weyrauch**

Zivilingenieur

o. Professor der K. Techn. Hochschule Stuttgart

Mit 85 Figuren



Leipzig

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung

1910

*Po/8*



I 301631

---

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

---

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

~~I 380~~

Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.

Akc. Nr.

~~104~~ / 50



# Inhaltsverzeichnis.

## Kapitel I. Allgemeine Vorkenntnisse.

§	1.	Größenabmessung der Anlagen. Reserven . . . . .	9
§	2.	Bevölkerungsstand. Wohndichte . . . . .	12
§	3.	Wasserverbrauch und Wasserpreis . . . . .	14
§	4.	Beschaffenheit natürlich vorkommender Wässer.	
	1.	Aussehen . . . . .	20
	2.	Farbe. . . . .	20
	3.	Geruch . . . . .	20
	4.	Geschmack . . . . .	20
	5.	Temperatur . . . . .	21
	6.	Reaktion . . . . .	21
	7.	Gasgehalt . . . . .	21
	8.	Härte. . . . .	22
	9.	Eisengehalt . . . . .	23
	10.	Mangangehalt . . . . .	24
	11.	Chlorgehalt . . . . .	24
	12.	Bleigehalt . . . . .	25
	13.	Ammoniakverbindungen . . . . .	25
	14.	Salpetrige Säure . . . . .	25
	15.	Salpetersäure . . . . .	25
	16.	Schwefelsäure . . . . .	25
	17.	Organische Substanz . . . . .	25
	18.	Bakterien . . . . .	26
	19.	Anforderungen an ein Trinkwasser. . . . .	27

## Kapitel II. Beschaffung des Wassers.

§	5.	Allgemeine Vorarbeiten . . . . .	28
§	6.	Über Wasserbezugsquellen . . . . .	30
§	7.	Das Grundwasser.	
	1.	Definitionen . . . . .	31
	2.	Grundwasserführende Schichten . . . . .	33
	3.	Grundwasserstände und ihre Messung . . . . .	34
	4.	Grundwassergefälle und -geschwindigkeit . . . . .	34
§	8.	Über Grundwasservorarbeiten . . . . .	36
§	9.	Formeln für Grundwasserbewegung . . . . .	39
§	10.	Grundwasserfassungen . . . . .	42
§	11.	Flußwasserfassungen . . . . .	47
§	12.	Seewasserfassungen . . . . .	48
§	13.	Stauweiheranlagen.	
	1.	Vorarbeiten . . . . .	51
	2.	Material und Ausführung . . . . .	52
	3.	Form der Sperrenmauern . . . . .	55

	4. Ausstattung der Sperren . . . . .	58
	5. Beschaffenheit des Talsperrenwassers . . . . .	59
§ 14.	Zisternenanlagen . . . . .	59
§ 15.	Quellfassungen . . . . .	61
<b>Kapitel III. Leitung des Wassers.</b>		
§ 16.	Anlagen zur Leitung des Wassers.	
	1. Leitungsmittel . . . . .	65
	2. Prüfung der Rohre . . . . .	67
	3. Vergleich von Guß- und Schmiedeeisenrohren . . . . .	68
§ 17.	Berechnung der Leitungen . . . . .	69
§ 18.	Die Drucklinie . . . . .	73
§ 19.	Bau und Unterhaltung der Rohrleitungen.	
	1. Verlegen von Leitungen . . . . .	76
	2. Dichten der Leitungen . . . . .	76
	3. Wärmeschutz der Leitungen . . . . .	77
	4. Kosten der Leitungen . . . . .	78
	5. Kosten mehrerer Leitungen statt einer einzigen . . . . .	78
	6. Reinigung der Rohre . . . . .	79
§ 20.	Ausstattung der Leitungen.	
	1. Schieber . . . . .	79
	2. Hydranten . . . . .	80
	3. Wassermesser . . . . .	80
	4. Teilkugeln und Teilkästen . . . . .	80
	5. Entlüftungskästen . . . . .	81
	6. Streifkästen . . . . .	81
	7. Entlastungsventile . . . . .	81
	8. Rückschlagklappen . . . . .	81
	9. Druckregler . . . . .	81
§ 21.	Überführungen und Unterführungen.	
	1. Rohrbrücken und Aquädukte . . . . .	81
	2. Flußunterführungen . . . . .	82
§ 22.	Hauptzuleitungen und Ortsrohrnetze.	
	1. Hauptzuleitungen zum Versorgungsgebiet . . . . .	83
	2. Bürgerlicher Versorgungsdruck . . . . .	84
	3. Versorgungszonen . . . . .	85
	4. Ortsrohrnetze . . . . .	85
<b>Kapitel IV. Hebung des Wassers.</b>		
§ 23.	Das Pumpwerk.	
	1. Lage des Pumpwerks . . . . .	87
	2. Bestandteile eines Pumpwerks . . . . .	87
	3. Betriebskraft . . . . .	88
	4. Sicherheit und Bequemlichkeit des Betriebs . . . . .	89
	5. Automatischer Betrieb . . . . .	89
	6. Betriebsdauer . . . . .	90
§ 24.	Maschinen und Pumpen . . . . .	92
§ 25.	Arbeitsbedarf und Kohlenverbrauch . . . . .	95
§ 26.	Wirtschaftlicher Durchmesser von Druckleitungen . . . . .	96
§ 27.	Über Garantieveruche . . . . .	99

**Kapitel V. Aufspeicherung des Wassers.**

§ 28.	Allgemeines . . . . .	101
§ 29.	Inhalt der Behälter . . . . .	102
§ 30.	Anordnung und Ausstattung der Behälter . . . . .	104
§ 31.	Bauausführung der steinernen Behälter . . . . .	107
§ 32.	Eiserne Behälter . . . . .	109
§ 33.	Form der eisernen Behälter . . . . .	111
§ 34.	Berechnung der eisernen Behälter . . . . .	113

**Kapitel VI. Reinigung des Wassers.**

§ 35.	Allgemeines . . . . .	115
§ 36.	Absatzbecken . . . . .	116
§ 37.	Sandfiltration.	
	1. Wirkungsweise . . . . .	116
	2. Allgemeine Anordnung eines Filters . . . . .	118
	3. Leistung eines Sandfilters . . . . .	119
	4. Einzelheiten der Sandfilter . . . . .	120
	5. Regelung des Filterdrucks . . . . .	123
	6. Reinwasserbehälter . . . . .	123
	7. Zubehör . . . . .	123
§ 38.	Besondere Filtrationsmethoden.	
	1. Schnellfilter . . . . .	124
	2. Filter nach System Puech-Chabal . . . . .	124
	3. Doppelfiltration, System Götze . . . . .	126
	4. Vor- und Feinfilter, System Peter . . . . .	126
	5. Nicht überstaute Sandfilter . . . . .	126
	6. Filtertücher . . . . .	127
	7. Filtersteine . . . . .	127
	8. Filter aus andern Stoffen . . . . .	127
§ 39.	Wasserreinigung auf chemischem Wege.	
	1. Vorklärung mit schwefelsaurer Tonerde . . . . .	128
	2. Verwendung von Kupfersulfat . . . . .	129
	3. Vorklärung mittels sonstiger Zusätze . . . . .	129
	4. Enthärtung des Wassers . . . . .	130
	5. Entfernung der Kohlensäure und des Sauerstoffs . . . . .	130
§ 40.	Enteisenung und Entmanganisierung.	
	1. Allgemeines . . . . .	131
	2. Filtermaterial . . . . .	132
	3. Verfahren von Oesten . . . . .	133
	4. Verfahren von Piefke . . . . .	133
	5. Geschlossene Anlagen . . . . .	135
	6. Entfernung des Mangans . . . . .	137
	7. Weitere Methoden . . . . .	137
§ 41.	Ozonisierungsverfahren . . . . .	138
§ 42.	Sterilisation des Wassers . . . . .	139

## Literaturverzeichnis.

1. Anleitung für die Einrichtung, den Betrieb und die Überwachung öffentlicher Wasserversorgungsanlagen, welche nicht ausschließlich technischen Zwecken dienen. Veröff. des K. Gesundheitsamts 1906.
2. Barkhausen, Neuere Formen für Flüssigkeitsbehälter. Z. 1900, S. 1594.
3. Barth, Die zweckmäßigste Betriebskraft. (Göschel), Leipzig 1904. 2 Bändchen.
4. Böhmer, Die Wasserversorgung des Seebachgebiets. München 1906.
5. Crugnola, Serbatoi d'acqua. Turin 1890.
6. Dost und Hilgermann, Taschenbuch für die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. Jena 1908.
7. Dupuit, Traité de la conduite et de la distribution des eaux. Paris 1865.
8. Ehmann, Die Versorgung der wasserarmen Alb mit fließendem Trink- und Nutzwasser und das öffentliche Wasserversorgungswesen im Königreich Württemberg. Stuttgart 1885.
9. Forchheimer, Berechnung ebener und gekrümmter Behälterböden. Berlin 1909.
10. Franz, Bau der Talsperre bei Marklissa am Queiß. Österr. Wochenschr. f. d. öff. Baudienst 1903, H. 40.
11. Frühling, Die Wasserversorgung der Städte. (Handb. d. Ingenieurwissenschaften, III. Teil, 3. Bd.), Leipzig 1904.
12. Gärtner, Die Quellen in ihrer Beziehung zum Grundwasser und zum Typhus. Jena 1902.
13. Grundzüge für die Einrichtung von Bahnwasserwerken und Vorschriften für die Wasseruntersuchung (Preuß. Ministerium d. öff. Arbeiten, 27. März 1907).
14. Halbertsma, Das Wasserwerk der Stadt Tilburg. Ga 1903, S. 777 (Ga 1898).
15. Herzberg, Die Wasserversorgung einiger Nordseebäder. Ge 1901, S. 359.
16. Hofer, Die Wientalwasserleitung und der Stauweiher bei Tullnerbach. Wiener Allg. Bauzeitung 1898, S. 53.
17. Intze, Die geschichtliche Entwicklung, die Zwecke und der Bau der Talsperren. Sonderabdruck aus Z. 1906.
18. Klette, Die Versenkung eines 2-Meterrohres der Dresdener Dükeranlage. Cbl. XXVII, S. 380.
19. Klut, Die Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Berlin 1908.
20. Klut, Die Ausdeutung der Analysenbefunde bei der chemischen Wasseruntersuchung. Ber. d. Deutschen Pharm. Ges. Berlin 1909, S. 140.
21. Koch, R., Wasserfiltration und Cholera. Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskrankheiten 1893.
22. Kusch, Die Betriebskräfte. Berlin 1908.
23. Leppla, Geologische Vorbedingungen der Staubecken. Sonderabdruck aus Zentralblatt f. Wasserbau und Wasserwirtschaft 1908.

24. Lubberger, Die Theorien der Quellenbildung. Ga 1884, S. 12.
  25. Lubberger, Die Quellenbildung in den verschiedenen geologischen Formationen. Ga 1884, S. 269.
  26. Lueger, Die Wasserversorgung der Städte. Darmstadt. I. Band 1895; II. Band 1908.
  27. Lueger, Die Wasserversorgung der Stadt Lahr. Lahr 1881.
  28. Lueger, Theorie der Bewegung des Grundwassers in den Alluvionen der Flußgebiete. Stuttgart 1883.
  29. Mannes, Die Berechnung von Rohrnetzen städtischer Wasserleitungen. München 1909.
  30. Mattern, Der Talsperrenbau und die Deutsche Wasserwirtschaft. 1902.
  31. Mitteilungen aus der K. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung.
  32. Oesten, Mechanische Reinigung gußeiserner Wasserleitungsröhren in Berlin. Z. XXXIV, S. 583.
  33. Paramelle, Quellenkunde. Leipzig 1865.
  34. Pettenkofer, Trinkwasser und Typhus. Ga 1889 und 1890.
  35. Prinz, Bau und Bewirtschaftung von Versuchsbrunnen. Ga 1901, S. 317.
  36. Richert, Les eaux souterraines artificielles. Stockholm 1900.
  37. Roch, Die Wasserversorgung mittels Talsperren in Deutschland (Diss.). Chemnitz 1909.
  38. Rother, Das Wasserwerk der Stadt Leipzig, insbesondere dessen Enteisungsanlage. H. 1900, S. 162.
  39. Statistisches Jahrbuch Deutscher Städte.
  40. Sympher, Talsperrenbau in Deutschland. Cbl. 1907, Sonderabdruck.
  41. Thiem, Der Versuchsbrunnen f. d. Wasserversorgung der Stadt München. Ga 1880.
  42. Wahl, Vorarbeiten und Projekt f. d. Wasserwerk Hochkirchen der Stadt Köln. Ga 1903, S. 819.
  43. Wehner, Die Sauerkeit der Gebrauchswässer. Frankfurt 1904.
  44. Weyl, Die Betriebsführung der Wasserwerke. Leipzig 1909.
  45. Weyrauch, Hydraulisches Rechnen. Stuttgart 1909.
  46. Zadek, Die Trinkwasserversorgung. Berlin 1909.
  47. Ziegler, Der Talsperrenbau. Berlin 1900.
  48. Zobel, Die Wasserversorgung von Stuttgart. Ga 1888, S. 840.
-

## Abkürzungen.

dcbm	=	Tageskubikmeter.
lmg	=	Litermilligramm.
sl	=	Sekundenliter.
Cbl.	=	Centralblatt der Bauverwaltung.
D. B.	=	Deutsche Bauzeitung.
Ga	=	Journal f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung.
Ge	=	Gesundheitsingenieur.
Ges.	=	Die Gesundheit.
H.	=	Zeitschrift f. Architektur und Ingenieurwesen (Hannover).
Ö. Z.	=	Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architektenvereins.
W. u. A.	=	Wasser und Abwasser.
Z.	=	Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure.
Z. g. W.	=	Zeitschrift f. d. gesamte Wasserwirtschaft.

---

## Kapitel I.

### Allgemeine Vorkenntnisse.

#### § 1. Größenabmessung der Anlagen. Reserven.

Wasserversorgungsanlagen bilden vielfach eine Haupteinnahmequelle der Gemeinden, bei ihrem Bau und Betrieb dürfen daher kaufmännische Gesichtspunkte nicht übersehen werden. Dabei sind zu berücksichtigen die Sicherheit und Bequemlichkeit des Betriebs, das Anwachsen der Bevölkerung und ihres Wasserbedarfs, die täglichen und jahreszeitlichen Belastungsschwankungen, sowie alle möglichen örtlichen Besonderheiten und Ansprüche. Diese Umstände fordern gebieterisch eine individuelle Behandlung der Aufgaben.

Wasserversorgungsanlagen müssen auf Jahre hinaus einer steigenden Inanspruchnahme genügen. Für die längste Zeit müssen Anlagen bemessen werden, bei welchen schrittweise Vergrößerung Schwierigkeiten bereitet, wie Talsperren, Aquädukte, Wehranlagen und städtische Versorgungsnetze, in zweiter Linie stehen Maschinenhäuser, Wohngebäude, sowie alle Arten von Hochbehältern. Auf kürzeste Frist zu bemessen sind Maschinen und Apparate aller Art, da sie verhältnismäßig rasch abgenutzt werden, veralten und durch wirtschaftlichere Konstruktionen überholt werden.

Im übrigen sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

1. Rasche Bevölkerungszunahme, insbesondere Einverleibungen oder Mitversorgung von Nachbargemeinden können wesentliche Änderungen der Anlagen zur Folge haben. Dasselbe gilt von der

2. Einführung der Schwemmkanalisation, der Spülklosetts und der oft sprungweisen Entwicklung besonderer Gewerbe mit hohem Wasserverbrauch, wie Brauereien, Färbereien, Papierfabriken usw.

3. Auch in hygienischen Fragen ändern sich die Anschauungen.

4. Eine Gemeinde kann sich mit der Zeit veranlaßt sehen, eine andere Antriebskraft zu verwenden, z. B. statt Dampfkraft Gas oder Elektrizität.

5. Eine gewisse Dezentralisierung der Anlagen kann in manchen Fällen, insbesondere bei großen Werken oder bei Zonenversorgung (§ 22, 3) erwünscht sein.

6. Ein Kapital  $K$  gibt  $n$  Jahre lang auf Zinseszins zu  $p$  % gelegt, den Endwert:

$$K_n = K \cdot \left[ \frac{100 + p}{100} \right]^n.$$

Bei 4% findet also nach 17,7 Jahren Verdopplung des ursprünglichen Kapitals statt. Man handelt also wirtschaftlich nicht unrichtig, wenn man anstatt heute für eine noch nicht notwendige Vergrößerung  $K$  Mark anzulegen, nach

5	7,5	10	12,5	15	17,7 Jahren
die Summe von					
1,22 · $K$	1,34 · $K$	1,48 · $K$	1,63 · $K$	1,80 · $K$	2,00 · $K$ Mark

für denselben Gegenstand anlegt.

Auf Grund der vorstehenden Erwägungen wird man den ersten Ausbau von Wasserversorgungsanlagen im allgemeinen auf nicht mehr als 10—15 Jahre bemessen,



dabei jedoch die Werke unter vorsichtiger Abwägung aller besonderen Verhältnisse so anlegen, daß sich Erweiterungen auch in größerem Umfang möglichst zwanglos und wirtschaftlich angliedern lassen. Damit man aber nicht für allzulange Zeit festgelegt ist, wird man auf baldige Abschreibung der Anlagen bedacht sein.

Die vorstehend geschilderten Umstände und der schwankende Wasserverbrauch der Ortschaften verhindern eine dauernde volle Ausnützung der Werke. Nach dem Statistischen Jahrbuch Deutscher Städte (13. Jahrg.) betrug im Etatsjahr 1902/03 die Beanspruchung der Wasserwerke von 46 größeren deutschen Städten im Mittel 64,6% ihrer möglichen Maximalleistung. Die Grenzen lagen bei 25,1 und 98,3%. Die Ausnützung der Werke lag zwischen 60 und 70% bei 11, zwischen 50 und 60% bei 6 Städten, zwischen 70 und 80% bei 9, über 80% bei 10 Städten.

Zur Erhöhung der Betriebssicherheit dienen Reserve- teile und Reserveanlagen. Die letzteren sind auch geeignet, Mißstände zu mildern, die sich aus vorübergehender starker Belastung der Werke ergeben. Komplizierte, einem raschen Verschleiß oder häufiger Reinigung ausgesetzte Betriebe brauchen die meisten Reserven, doch sucht man sich selbstverständlich bei allen Anlagen gegen Betriebsstörungen zu sichern.

Bei der Feststellung der Größe von Reserven sind die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

1. Die Folgen einer möglichen Betriebsunterbrechung.
2. Anlagen in abgelegener Gegend brauchen reichliche Reserven.
3. Spezialkonstruktionen verlangen mehr Reserven als jederzeit erhältliche Handelsartikel.
4. Streiks, Unruhen und Verkehrsstörungen verlangen Kohlenreserven, sie weisen auf Wasserkraftanlagen und automatische Betriebe hin.
5. Je nach den besonderen Verhältnissen stellt man

neben  $n$  im normalen Betrieb befindlichen Elementen (Maschinen, Apparaten, Filtern) 1 bis  $n$  Reserveelemente auf. Bei kleinen Anlagen oder den Hauptbetriebsmaschinen von Gruppenversorgungen wird man ev. auf 100prozentige Reserven kommen. Stark schwankende Inanspruchnahme wird bisweilen am besten durch Maschinen verschiedener Größe befriedigt.

6. Die Beschaffung zahlreicher Reservestücke ermöglicht Ersparnis in der Zahl der Reservemaschinen.

7. Beim Vorhandensein verschiedener Versorgungsarten braucht man bei den einzelnen Anlagen weniger Reserven.

## § 2. Bevölkerungsstand. Wohndichte.

Auf Grund mehrerer Zählungen kann man das bisherige mittlere jährliche prozentuale Wachstum ( $p$ ) einer Gemeinde und damit nach der Zinseszinsformel (vgl. § 1, 6) ihre Einwohnerzahl am Ende der nächsten  $n$  Jahre berechnen. Das Resultat kann und soll nur Näherungswerte geben, da vielfach, namentlich infolge der Eingemeindungen, sprunghaftes Wachsen von Ortschaften vorkommt; je regsamer eine Gemeinde ist, desto unsicherer ist die Berechnung. Es genügt deshalb oft vollständig die übersichtliche graphische Aufzeichnung und Berechnung zu verwenden.

Eine spätere Verringerung momentaner Zunahme kann außer mit dem Aufhören von Eingemeindungen bisweilen auch mit dem Eingehen einer Industrie, z. B. des Bergbaus, eintreten. — Speziell in Badeorten kann es schwer werden, die Bevölkerungszahl genau festzustellen, da sie stark wechselt. So hatte Wiesbaden Anfang August 1907 bei ca. 100 000 ständigen Einwohnern 113 000 Badegäste, darunter etwa 45 000 zu ständigem Aufenthalt. — Eingemeindete Ortschaften können bisweilen mit eigener Wasserversorgung versehen werden. Bei Landorten findet vielfach Bevölkerungsstillstand, ja sogar Rückgang statt.

Die folgenden Zahlen sollen einen Überblick geben, wie stark die Bevölkerungszunahme nicht nur in verschiedenen Orten, sondern sogar in einer und derselben Stadt schwanken kann. Es betrug die prozentuale jährliche Zunahme in

Stadt	1875/80	1880/85	1885/90	1890/95	1895/1900	1900/05
Aachen	1,40	2,40	1,60	1,40	4,40	1,40
Dresden	2,28	2,23	2,41	4,25	3,60	1,40
Leipzig	3,24	2,67	11,65	6,40	2,60	2,20
Stuttgart	1,80	1,36	2,19	2,60	2,40	8,20

Rixdorf hat von 1900—1905 um 63 091 Einwohner, d. i. pro Jahr um 14% zugenommen (Arbeiterzuzug). Dagegen ergab die Bevölkerungszusammenstellung für ein Bahnbau-projekt zwischen Pforzheim und Herrenberg, daß von 1890 bis 1905 unter 41 berührten Ortschaften nur bei 18 eine Zunahme, dagegen bei 7 Stillstand, bei 16 Abnahme der Bevölkerung eingetreten war (Landflucht).

Die vorstehenden Angaben zeigen, daß man in jedem einzelnen Fall eine Sonderuntersuchung über die Bevölkerungsbewegung einer mit Wasser zu versorgenden Gemeinde anzustellen hat.

Unter der Wohndichte versteht man die Einwohnerzahl pro 1 ha überbauter Stadtfläche. Diese Zahl ist selbst in einer und derselben Ortschaft von Viertel zu Viertel starken Schwankungen unterworfen, sie betrug z. B. im Jahr 1905 in 12 Stadtvierteln Charlottenburgs zwischen 443 und 884 Einwohnern pro Hektar. Für alle Fälle städtischer Versorgungsnetze wünscht man aber nicht nur die tatsächliche, sondern die unter den bestehenden und etwaigen späteren Verhältnissen und Vorschriften größtmögliche Wohndichte zu kennen. Zur allgemeinen Orientierung kann man annehmen:

für sehr dichte Bebauung (fast nur

bei alten Stadtkernen und in

Großstädten) . . . . .	700—900	Einw./ha
für dichte Bebauung . . . . .	400—600	„
für mitteldichte Bebauung . . . . .	300—400	„
für offene Bebauung . . . . .	180—280	„
für Villengebiete . . . . .	100—180	„

Die genaue Kenntnis der Wohndichte ist unerlässlich für die Bemessung aller städtischen Versorgungsnetze.

### § 3. Wasserverbrauch und Wasserpreis.

Einwohnerzahl und Wasserverbrauch pro Kopf der Bevölkerung ergeben den Gesamtverbrauch und damit die Größenabmessungen eines Werks.

Die folgende Zusammenstellung gibt für einige deutsche Städte um das Jahr 1905 den mittleren Tagesverbrauch in Litern pro Kopf der Bevölkerung:

35— 60:	Plauen (35), Chemnitz (43), Erfurt (58), Kiel (58).
60— 80:	Görlitz (64), Mainz (63), Leipzig (67), Halle (76), Braunschweig (78), Nürnberg (78).
80—100:	Breslau (81), Berlin (84), Mannheim (85), Kassel (90), Darmstadt (91), Dresden (94), Magdeburg (94).
100—120:	Stuttgart (102), Wiesbaden (106), Hannover (106), Elberfeld (111), Straßburg (113), Karlsruhe (118).
120—140:	Köln (126), Krefeld (136), Düsseldorf (138), Bremen (138).
140—160:	Essen (156), Frankfurt (178).
160—180:	Hamburg (164), Lübeck (167), Metz (176).
Über 200:	München (209), Würzburg (226), Augsburg (251), Dortmund (264), Freiburg (293, im Jahr 1908: 332).

Der durchschnittliche mittlere Verbrauch von 51 größeren deutschen Städten betrug 1905 116,3 l und schwankte zwischen 34,8 (Plauen) und 293,4 (Freiburg).

Als Mittelwerte für den Hausverbrauch in deutschen Orten wird man betrachten können:

für Städte 70—150 l pro Kopf und Tag,  
für Landorte 40—80 l pro Kopf und Tag.

Diese Zahlen erfahren in den meisten Orten entsprechend der sich hebenden Lebenshaltung mit der Zeit eine gewisse Zunahme. In Stuttgart wird sie zu 1,36% jährlich angenommen. In Frankfurt hat von 1889—1909 die Bevölkerung um 50%, der Wasserverbrauch um 65% zugenommen ( $65 : 50 = 1,3$ ). Jedoch kommt auch Verbrauchsabnahme vor, vgl. übernächsten Absatz.

Von wesentlichem Einfluß auf die Höhe der Zahlen sind die Art der Wasserabgabe, der Wasserpreis, das Klima, die Lebenshaltung der Bewohner, Kanalisation, Straßensprengung, Springbrunnen, Industrie, Obst- und Gemüsebau. Letzterer hat bei einzelnen amerikanischen Städten den Verbrauch auf 1400 l pro Kopf gesteigert, aber auch ohne ihn erreichte Chicago 900 l; bekannt ist der enorme Verbrauch des alten Rom infolge seiner vielen Fontänen.

Durch Einführung von Wassermessern läßt sich der Wasserverbrauch wesentlich einschränken und dadurch eine an sich notwendige Wasserwerkserweiterung um eine Reihe von Jahren (5—10) hinausschieben. In Brück i. B. fiel der Verbrauch auf diese Weise von 70 auf 40 l pro Kopf und Tag. Die Einführung von Wassermessern empfiehlt sich daher erst, wenn eine gewisse Gewöhnung an reichlichen Wasserverbrauch eingetreten ist.

Der Wasserverbrauch ist ziemlich starken Schwankungen unterworfen. Für die einzelnen Monate ergaben sich in Baden-Baden nachstehende Verhältniszahlen:

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1,06	1,00	1,24	1,50	1,83	1,91

Juli	August	September	Oktober	November	Dezember.
2,00	2,24	1,96	1,46	1,24	1,06

Im Mittel kann man etwa setzen für das Minimum (Winter) 1,0, für das Jahresmittel 1,8, für das Maximum (Sommer) 3. Das Verhältnis zwischen mittlerem und größtem Verbrauch ist hiernach etwa  $1 : m = 1 : 1,7$ . Es schwankt zwischen 1,3 und 2,0.

Auch der Verbrauch in den verschiedenen Tagesstunden schwankt stark, etwa im Verhältnis von  $1 : n = 1 : 1,5$  bis  $1 : 1,6$ .

In allgemeiner Form erhält man folgende Ausdrücke: Der mittlere Verbrauch pro Kopf und Tag sei:  $q$  Liter, dann ist der größte Verbrauch pro Kopf und Tag:  $m \cdot q$  Liter, damit ergeben sich die durchschnittlichen Stundenwerte:

$$q : 24 \quad \text{bzw.} \quad m \cdot q : 24 \text{ Liter.}$$

Der tatsächliche Verbrauch ist in der Stunde des Maximalverbrauchs  $n$  mal so groß als der durchschnittliche Stundenwert, er beträgt also:

$$n \cdot q : 24 \quad \text{bzw.} \quad n \cdot m \cdot q : 24 \text{ Liter}$$

am Tag des mittleren bzw. größten Verbrauchs. Man bezeichnet den Wert  $m \cdot q$  als Maximaltagesverbrauch, den Wert  $n \cdot m \cdot q : 24$  als Maximalstundenverbrauch.

Der Maximalstundenverbrauch am Tage des Maximalverbrauchs beträgt also mit den oben angegebenen Zahlenwerten etwa:

$$n \cdot m \cdot q : 24 = 1,6 \cdot 1,6 \cdot q : 24 = 0,1066 \cdot q,$$

d. h. rund 10% des mittleren Tagesverbrauchs.

Vielfach interessiert der Wasserverbrauch für einzelne Verrichtungen. Die folgende Tabelle gibt einige Werte:

Nr.	Verwendungsart	Liter	Bemerkungen
1.	Trinken, Kochen, Reinigung, Wäsche pro Kopf und Tag . . . . .	20—50	
2.	Gewerbliche Tätigkeit (4 württemb. Städte von 20 bis 40 Tausend Einwohnern) . . . . .	10—50	pro Kopf der Einwohnerzahl
3.	Einmalige Abortspülung	5—7	und mehr
4.	Intermitt. Pissoirspülung	30—50	pro Stand u. Stunde
5.	Besprennen von Gärten, Höfen und Straßen . .	1—2	pro qm
6.	Waschanstalten . . . . .	400	pro 100 kg Wäsche
7.	Schlachthöfe . . . . .	3—400	pro 1 St. Vieh
8.	Ökonomien . . . . .	50	pro 1 St. Großvieh
		8—15	pro 1 St. Kleinvieh
9.	Reinigung eines Wagens	200	
10.	Reinigung eines Eisenbahngüterwagens . . .	bis 1500	
11.	1 dreistrahlige Dampffeuerspritze . . . . .	12—16	pro Sekunde
12.	1 Strahlrohr . . . . .	3,0—5,0	
13.	1 Lokomotive (Flachland), 1 Tenderfüllung 8 bis 22 cbm . . . . .	60—200	pro km
14.	Militärische Lager: Pro 1 Mann und Tag . . . . .	50	die Zahlen genügen nicht immer
	Pro 1 Pferd und Tag . . . . .	70	
15.	Badeanstalten pro Wannenbad . . . . .	300—500	
16.	Irrenanstalten, Sanatorien . . . . .	250—350	einschl. Personal
17.	Dampferzeugung pro 1 PS (indiziert) und Stunde: a) Auspuffmaschinen . . . . .	20	
	b) einzylindr. Kondens.-Masch. . . . .	15	
	c) Verbundmaschinen . . . . .	10	
18.	Kühlwasser für Gasmaschinen . . . . .	40—60	pro 1 cbm Gas
19.	Vermauern von 1000 Ziegeln . . . . .	750—850	einschl. Mörtelbereitung

Für Brandfälle muß in den Hochbehältern eine Reserve vorhanden sein, die sich nach der mutmaßlichen Dauer eines Brands (ca. 2 Stunden) und der Zahl der verwendeten Strahlrohre (2—4) sowie ihrer Leistung richtet; die meisten Brandfälle ereignen sich im Winter, etwa  $\frac{2}{3}$  bei Tage,  $\frac{1}{3}$  bei Nacht.

Der Gesamtverbrauch setzt sich nach der deutschen Statistik aus folgenden Posten zusammen:

- a) Öffentlicher Verbrauch (Kanäle, Straßen, Springbrunnen).
- b) Verbrauch in städtischen und staatlichen Gebäuden.
- c) Verbrauch der Privatabnehmer.
- d) Verbrauch in den Wasserwerken selbst und Verluste.

Letztere können besonders bei mangelhafter Ausführung der Installationen, des Rohrnetzes und undichten Behältern recht groß (bis 20 und 30%, in Chicago bis 45%) werden.

Die folgende Tabelle gilt für das Rechnungsjahr 1904 bis 1905; Kolumne 4 bezieht sich auf die Gesamtwasserabgabe, Kolumne 5 auf die Wasserabgabe an Private, die Kolumnen 6—9 auf die obenstehende Gliederung des Verbrauchs.

Nr.	Stadt	Einw.-Zahl	Verbrauch l pro Kopf/Tg		Verbrauchsanteil %			
					a	b	c	d
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Augsburg	92 660	257,1	229,3	10,3	89,2	0,5	
2.	Berlin	2024 628	82,8	69,5	8,8	83,9	7,3	
3.	Darmstadt	80 680	94,0	80,6	2,8	8,3	85,7	3,2
4.	Freiburg	67 270	272,1	183,4	12,8	4,4	67,5	15,3
5.	Görlitz	81 390	60,7	47,3	16,1	1,0	78,0	4,9
6.	Halle	171 330	77,4	54,4	2,7	4,5	70,2	22,6



Nr.	Stadt	Einw.- Zahl	Verbrauch 1 pro Kopf/Tg		Verbrauchsanteil %			
					a	b	c	d
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.	Karlsruhe	106 850	119,9	95,7	10,5	9,7	79,8	—
8.	Liegnitz	58 700	89,9	63,5	5,7	1,5	70,6	22,2
9.	München	530 500	212,5	157,1	18,9	7,0	73,9	0,2
10.	Plauen	99 780	33,4	29,0	5,1	6,1	86,7	2,1
11.	Posen	131 130	73,9	35,1	4,3	3,9	47,5	44,3
12.	Stuttgart	197 310	101,4	75,5	13,7	4,9	74,4	7,0
13.	Wiesbaden	97 280	108,5	67,0	33,1	5,2	61,7	bei a
14.	Zwickau	67 260	79,0	39,8	2,7	45,5	50,4	1,4

Der Wasserpreis oder Wasserzins richtet sich:  
1. Nach den Selbstkosten des Wassers, welche einschl. Verzinsung und Abschreibung im Mittel zwischen 5 und 12 Pf. pro Kubikmeter betragen, aber auch höher steigen können, 2. nach dem Gewinnzuschlag des Wasserwerks.

Der Abgabepreis bewegt sich zwischen 3,3 und 36 Pf. und beträgt:

3,3 Pf. in Augsburg.

5—10 Pf. in München (4,7), Freiburg (7,2), Nürnberg (10), Würzburg (10).

11—15 Pf. in Dresden (12), Düsseldorf (12), Karlsruhe (12), Magdeburg (12), Berlin (15), Charlottenburg (15), Köln (15), Straßburg (15).

16—20 Pf. in Stettin (18), Kassel (20), Mannheim (20).

22 Pf. in Darmstadt.

25 Pf. in Mainz, Wiesbaden (24,8).

In Barmen beträgt der Wasserzins 16, 32 und 36 Pf., je nach der Höhenlage des versorgten Gebäudes. In Frankfurt bezahlt man im Sommer 25, im Winter 15 Pf. pro Kubikmeter Wasser.

Über die Rentabilität deutscher Wasserwerke siehe Z. g. W. 1910, S. 40. Sie betrug 1904 in Düsseldorf 69,8%!

Die Bezahlung des Wassers erfolgt entweder nach einem Pauschaltarif, z. B. entsprechend der Grundstücksgröße und dessen Höhenlage, oder nach Wassermessern, wobei ebenfalls der Einheitspreis je nach der Entnahmemenge abgestuft werden kann.

Die Abgabe des Wassers geschieht fast durchweg ununterbrochen, nur einzelne Städte (im Ausland) besitzen unhygienische Hausreservoirs, welche nur zu gewissen Stunden vom Wasserwerk aus gefüllt werden.

#### § 4. Beschaffenheit natürlich vorkommender Wässer.

1. Aussehen. Reines Wasser soll vollständig klar sein. Organische und unorganische Schwebestoffe, insbesondere Ton, Detritus, Pilzfäden, machen ein Wasser unappetitlich. Diese Mißstände lassen sich fast immer durch richtige Fassung oder Behandlung des Wassers beheben.

2. Farbe. Sie soll in dickeren Schichten blau sein. Huminstoffe, starker Eisengehalt, organische Verunreinigungen geben dem Wasser gelbliche bis gelbbraune, z. B. für Färbereien und Papierfabriken untaugliche Farbe. Diese Färbung dient als Indikator für die oben angeführten Stoffe.

3. Geruch. Gutes Wasser soll geruchlos sein. Huminstoffe geben dem Wasser einen dumpfig-moorigen Geruch. Muffig-kohlartig wird der Geruch eines Wassers, in welchem Zersetzungen abgestorbener Organismen ihren Höhepunkt überschritten haben.

4. Geschmack. Gutes Trinkwasser soll keinen ausgesprochenen, lediglich einen erfrischenden Geschmack haben. Dieser rührt insbesondere von freier Kohlensäure und einem gewissen Kalkgehalt her. Die Geschmacksschärfe verschiedener Personen ist stark wechselnd und die Gewohnheit von großem Einfluß. Nach Rubner schmeckt man Kochsalz bei 300—400, Gips bei 500—600, Magnesiumsulfat bei 500—1000, Chlormagnesium bei 60—100 und eine Mischung dieser Salze bei 300—400 lmg (siehe hierzu ferner W. u. A. I, S. 467 und 532 und II, S. 174).

Selbst große Härte eines Wassers zeigt sich nicht immer

am Geschmack. Hoher Gehalt an Huminstoffen verleiht einem Wasser faden Geschmack.

5. Temperatur. Am erwünschtesten sind Temperaturen von 7—10° C, die Grenzen sind etwa 5 und 15°. Wasser von nur 5° kann schon gesundheitlich schädigend wirken, Wasser von 15° und mehr erfrischt nicht. Die Jahrestemperatur des Grundwassers (in genügender Tiefe gemessen konstant) verläuft in höheren Schichten parallel zu derjenigen der Lufttemperatur, jedoch mit einer gewissen zeitlichen Verschiebung. So haben viele Grundwässer gerade im Sommer ihre kühlfte Temperatur. In Mitteleuropa entzieht man das Wasser bei 1,5—2,0 m Deckung der Rohre den raschen Temperaturschwankungen der Außenluft, in mehr extremen Klimaten kann größere Tiefenlage nötig werden.

Temperaturbeobachtungen sind eines der wichtigsten Hilfsmittel des Hydrologen, insbesondere, wo es darauf ankommt, verschiedene Grundwasserströme zu unterscheiden oder die gegenseitige Beeinflussung von Grund- und Oberflächenwasser zu ermitteln. Quellen mit stark wechselnder Temperatur sind stets verdächtig, ihr Wasser auf raschem Weg (durch Klüfte) ohne wesentliche Filtration von der Erdoberfläche zu beziehen. Gleichmäßigkeit der Temperatur gestattet aber noch nicht die umgekehrte Folgerung.

6. Reaktion. Die meisten Wässer reagieren wegen ihres Gehalts an Magnesium- und Kalziumkarbonaten schwach alkalisch. Freie Kohlensäure, Humin- und Mineralsäuren, welche Metalle und Mörtel (Beton) angreifen, verleihen dem Wasser saure Reaktion.

7. Gasgehalt. Von den im Wasser enthaltenen Gasen Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff kommen für uns besonders in Betracht Sauerstoff, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff. Sobald der Sauerstoffgehalt eines Wassers 5 ccm im Liter übersteigt, wirkt er zerstörend auf ungeschütztes Eisen und Blei ein, besonders, wenn das Wasser weich ist. Die freie Kohlensäure dagegen vermag auch die Asphaltierung der Rohre anzugreifen und Eisen zu lösen. Tritt zur Kohlensäure Sauerstoff hinzu, so findet auch Rosten statt (Ga 1909, S. 822). Eine weitere Folge sind Angriffe auf Beton, Mörtel, Kupfer und Zinkteile. Gegen derartige Wirkungen wird beispielsweise das Frankfurter Stadtwaldwasser entsäuert (s. § 39, 5). Bekannt sind

die in Dessau vorgekommenen Bleivergiftungen (Ga 1889, S. 556), gegen welche man sich durch Zusatz von 70 g pulverisiertem Kalk pro 1 cbm Wasser schützte.

Schwefelwasserstoff findet sich sehr oft zusammen mit Eisen im Grundwasser, scheidet sich jedoch an der Luft sehr rasch aus. Er kann herrühren von der Zersetzung schwefelhaltiger organischer Stoffe oder von Fabrikabwässern oder — harmloser — von der Zersetzung schwefelsaurer Salze (Gips) oder Schwefeleisen im Untergrund. Von letzterem stammt auch meist der Eisengehalt namentlich der Tiefgrundwässer. Erst genauere Untersuchung entscheidet, ob ein Schwefelwasserstoffgehalt bedenklich ist oder nicht.

Die im Wasser enthaltene Luft ist ohne hygienische Bedeutung, sie verlangt jedoch gewisse technische Maßnahmen: Entlüftung der Scheitelpunkte aller, namentlich der Saug- und Heberleitungen.

8. Härte des Wassers. Die Härte des Wassers wird hervorgerufen durch Kalzium- und Magnesiumverbindungen und zwar durch ihre Karbonate und Bikarbonate einerseits, welche die sogenannte vorübergehende oder (nach Klut) Karbonathärte bedingen und durch die Chloride, Sulfate, Nitrate und Silikate andererseits, welche die bleibende oder (nach Klut) Mineralsäurehärte hervorrufen. Beide Härten zusammen nennt man die Gesamthärte eines Wassers. Die Karbonathärte nimmt schon bei normaler Temperatur unter Inkrustation der Leitungswände ab, mehr noch beim Kochen des Wassers (Kesselsteinbildung). Technische Mittel, wie das Permutitverfahren (s. § 39, 4) bezwecken die Beseitigung der Härte.

Man mißt die Härte nach deutschen ( $H_d$ ), französischen ( $H_f$ ) oder englischen ( $H_e$ ) Härtegraden. Es entspricht ein deutscher Härtegrad einem Gewichtsteil Kalk in 100 000 Teilen Wasser. Dabei wird die Magnesia als Kalk eingesetzt nach der Proportion:

$$\text{MgO} : \text{CaO} = 40 : 56 = 1 : 1,4,$$

d. h.  $x$  lmg CaO und  $y$  lmg MgO geben  $0,1 \cdot x + 0,14 \cdot y$  deutsche Härtegrade. Es ist ferner

$$1 H_d = 1,786 H_f \quad \text{und} \quad 1 H_d = 1,250 H_e.$$

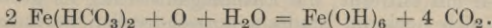
Härtebestimmungen spielen für den Hydrologen dieselbe wichtige Rolle und dienen denselben Zwecken wie die Temperaturmessungen.

Es gibt keine feste Grenze zwischen weichen und harten Wässern. Erstere reichen etwa bis 10, letztere beginnen etwa bei 20° deutscher Härte. Im übrigen spielt die Gewohnheit die größte Rolle, so daß es Schwierigkeiten machen dürfte, einer Gemeinde etwa durch ein neues Wasserwerk Wasser von ganz anderer Härte zu liefern. Fluß-, See- und Tal-sperrenwässer sind meist sehr weich (0,6—3,5°), Grundwässer in Alluvionen wechseln etwa zwischen 3 und 15°, aus Tiefbrunnen zwischen 3 und 70°: Dasselbe gilt auch für Quellwässer. Alles dies sind Trinkwässer, nicht zu weiche Wässer scheinen aber, abgesehen von dem erfrischenderen Geschmack, der Gesundheit am zuträglichsten zu sein.

Die Härte des Wassers ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Sie bewirkt die lästige Kesselsteinbildung; besonders schädlich sind Gips und Magnesiumchlorid, welches in den Dampfkesseln sogar Salzsäure abspaltet. Harte Wässer erfordern größeren Aufwand an Seife zum Waschen und mehr Brennmaterial zum Kochen der Hülsenfrüchte.

9. Eisengehalt. Er ist eine äußerst verbreitete Verunreinigung namentlich der Grundwässer. Eisenhaltiges Wasser wird an der Luft trüb, setzt gelbbraune Flocken ab, welche die Wäsche beschmutzen, der Geschmack wird tintig, der Geruch bisweilen schlecht, insbesondere bei Anwesenheit von Schwefelwasserstoff. Eisenhaltiges Wasser ist unbrauchbar für alle Industrien, die reines Wasser nötig haben (Färbereien, Gerbereien, Bleichereien, Leim-, Papier- und Stärkefabriken, Brauereien usw.).

Das Eisen ist im Grundwasser als lösliches doppelkohlensaures Eisenoxydul, meist an Kohlensäure, seltener an Huminsäure, Phosphorsäure und Mineralsäuren gebunden vorhanden (vgl. oben Nr. 7). Durch Berührung mit der Luft scheidet sich Kohlensäure ab, das Oxydul geht in unlösliches Oxyd und wegen dessen Unbeständigkeit sofort in unlösliches Hydroxyd über nach der Formel:



Der Eisengehalt der Wässer ist außerordentlich schwankend. Man findet ihn von 0—140 lmg (Breslauer Grundwasserkatastrophe). Auch der Eisengehalt eines und desselben Brunnens schwankt innerhalb ganz kurzer Zeiträume, wie Darapski nachgewiesen hat. Bisweilen stellt sich der Eisengehalt erst einige Zeit nach der Betriebseröffnung eines Werks

ein oder er steigt dann auf einen höheren Wert, um auf ihm zu beharren.

Für einzelne Gewerbe, z. B. Fabriken feiner Papiere, Wäschereien, Gerbereien dürfte schon 0,1 lmg Eisengehalt die höchste zulässige Grenze sein, für Trinkwasser etwa 0,3 bis 0,4 lmg, je nach seiner sonstigen Zusammensetzung, aber auch weniger, bis zu 0,1 lmg herunter (Ga 1909, Nr. 3).

Als man das Wasser noch nicht zu enteisenen verstand, waren die in eisenhaltigen Wässern sich entwickelnden Eisenalgen eine große Gefahr, da sie imstande waren, durch Wucherung selbst größere Leitungsquerschnitte zu versperren. Zu nennen sind hier die Chlamydothrix-, Chrenothrix- und Gallionella-Arten (Ga 1904, S. 508).

10. Mangangehalt. Seine Bedeutung wurde erst voll erkannt anlässlich der Breslauer Grundwasserkatastrophe vom März 1906 (Ga 1908, S. 963ff. und W. u. A. I, S. 34), welche eine fast vollständige Stilllegung des neubauten Grundwasserwerks zur Folge hatte. Mangan ist im Boden als Braunstein ( $MnO_2$ ) vielfach in Form eines schwarzen Schlammes vorhanden. Aus dem Schwefeleisen des Untergrunds entsteht bei Luftzutritt Schwefelsäure ( $H_2SO_4$ ), welche mit  $MnO_2$  das im Wasser leicht lösliche Mangansulfat bildet (Ge 1907, S. 745f.). Oder es kann  $MnO_2$  bei Absenkung des Grundwasserspiegels durch Zutritt von Luft in eine wasserlösliche Verbindung übergehen, welche bei Überschwemmungen durch einsickerndes Wasser ausgelaugt und den Brunnen zugeführt wird.

Mangan setzt bei seiner Ausscheidung im Wasser einen schwarzen äußerst lästigen Schlamm ab. Es wird ferner im Körper von Algen noch reichlicher aufgespeichert als Eisen, zeitigt also dieselben unangenehmen Wirkungen in Rohrleitungen wie Eisen.

In kleinen Mengen wird Mangan von den Enteisenungsanlagen mit entfernt; die Entmanganisierung im großen befindet sich noch im Stadium aussichtsvoller Versuche (vgl. § 40, 6).

11. Chlorgehalt. An zu hohem Chlorgehalt ist schon die Verwendung mancher Wässer gescheitert. Hygienisch bedenklich ist der Chlorgehalt jedoch nur, wenn er auf Verunreinigungen organischer Natur (Harn, Dung- und Abortgruben, benachbarte Flüsse, Ortschaften) hinweist. Eine

technisch brauchbare Entfernung der im Wasser enthaltenen Chloride ist bis heute noch nicht geglückt, sie wäre von größter Bedeutung. Der Umstand, daß chlorfreie Wässer auf den schwereren, magnesia- und chlorhaltigen schwimmen, ermöglicht die Wasserversorgung selbst flacher Meeresinseln aus oberflächlichen Grundwasserschichten.

12. Bleigehalt. Wasser mit Bleigehalt über höchstens 0,35 mg ist durchaus schädlich und keinesfalls verwendbar. Wird durch Untersuchung festgestellt, daß ein Wasser bleilösende Eigenschaften besitzt, so sind Bleirohre (in Hauszuleitungen) ausgeschlossen (vgl. Nr. 7).

13. Ammoniakverbindungen ( $\text{NH}_3$ ). Sie entstehen durch chemische und biologische Reduktionsprozesse, z. B. im Moorwasser oder im Grundwasser, das aus moorigen Gegenden herkommt. Kommt als Ursache Fäulnis eiweißartiger Verbindungen (Albuminoidammoniak) in Betracht, so ist ein Wasser zu beanstanden. Wasser mit Ammoniakverbindungen ist wenig geeignet für Brauereien, das Gärungsgewerbe und Stärkefabriken.

14. Salpetrige Säure. Sie ist an sich in den vorkommenden Mengen unschädlich, aber fast stets Indikator für tierische Abfallstoffe. Kommt sie in Tiefbrunnenwasser vor, so ist sie meist unbedenklich.

15. Salpetersäure. Sie ist das Endprodukt der Oxydation stickstoffhaltiger Stoffe und kann an sich, selbst in größeren Mengen (30 mg), unbedenklich sein, z. B. wenn sie von Braunkohlen herrührt (Kölner Wasserwerk Hochkirchen). Spezielle Untersuchung ist nötig. Sie ist schädlich für Brauereien, das Gärungsgewerbe und Zuckerfabriken.

16. Schwefelsäure (im Moorwasser), Kieselsäure (ab 15 mg  $\text{SiO}_3\text{H}_2$ ) und Alkalisalze sind schädlich für Dampfkessel. Von Phosphorsäure weisen schon Spuren auf tierische Abgänge hin.

17. Organische Substanz, d. h. die Menge der nicht oxydierten (mineralisierten), in einem Wasser enthaltenen, organischen Stoffe bietet einen ungefähren Anhalt für den Grad der Verunreinigung, doch kann sie ebensowohl von harmlosen Pflanzenresten (Blättern) als von Tieren herrühren. Sie verbrennt beim Ausglühen des Rückstands einer eingedampften Wasserprobe („Glühverlust“ und „Glührückstand“). Die Menge der organischen Substanz bestimmt

man ferner durch den zu ihrer Oxydation notwendigen Kaliumpermanganatverbrauch. Doch geben beide Methoden nur Vergleichswerte. Es entsprechen 79 Teile  $\text{KMnO}_4$  = 20 Teilen  $\text{O}_2$ .

Huminstoffe finden sich, namentlich in der Nähe des Meeres in Mooregebieten. Sie sind nicht gesundheitsschädlich, greifen aber die Kesselwandungen an. Ihre Entfernung geschieht durch Zusatz von Alaun (Jewellfilter, § 38, 1).

18. Bakterien. Sie finden sich fast in jedem Wasser und natürlich ebenso die Stoffe zu ihrer Ernährung. Dabei wird der im Wasser enthaltene Sauerstoff aufgezehrt: „Sauerstoffzehrung“ eines Wassers. Steriles Wasser zeigt demnach keine Sauerstoffzehrung. Man unterscheidet harmlose und pathogene Bakterien. Von letzteren kommen für die Krankheitsübertragung durch Wasser namentlich in Betracht Cholera, Typhus und Ruhr. Ihre Vermehrung ist bekanntlich eine ungeheuer rasche, ihre Lebensdauer im Wasser unter günstigen Bedingungen, wenn sie sich z. B. in Hochbehältern, Brunnen an Schlamm- und Staubeilchen anhängen können, eine praktisch unbegrenzte. Zur Feststellung des Verunreinigungsgrades eines Wassers diente früher fast ausschließlich die Anzahl der in einem Kubikzentimeter Wasser befindlichen entwicklungsfähigen Keime und man verlangte, ein Wasser solle bei bestimmter Versuchsanordnung nicht mehr als 100 Keime pro Kubikzentimeter enthalten. Da die absolute Keimzahl eines Wassers nicht festzustellen ist, so begnügte man sich mit der bekannten Methode des Platten gießens, welche einen brauchbaren relativen Maßstab zur Beurteilung von Wässern gibt. Neuerdings hat man, abweichend von der anfänglichen Richtung der Wasserbakteriologie, besonders danach gestrebt, raschere sichere Methoden, insbesondere für den wichtigsten bakteriellen Nachweis von Fäkalverunreinigungen eines Wassers zu finden. Die Methode von Eijkmann basiert auf der fast allgemein anerkannten Ansicht, daß sich der im Darm lebende Koli-bazillus nur im fäkalverunreinigten Wasser finde. Mit Hilfe der Eijkmannschen Methode kann man innerhalb 24 Stunden nachweisen, ob ein Wasser Koli-keime enthält, also durch Fäkalien verunreinigt ist (siehe ferner Archiv f. Hygiene, 70. Bd., S. 311).

Neben der bakteriellen Wasseruntersuchung sind heute



die chemische Untersuchung und die allgemeine örtliche Beurteilung eines Wasserbezugsorts wieder in den gebührenden Rang eingesetzt. Auch weiß man heute, daß ein Keim noch nicht zur Infektion genügt, daß es also von wesentlicher Bedeutung ist, ob ein pathogener Keim auf 50 oder 200 ccm Trinkwasser kommt.

Besondere Befürchtungen werden vielfach wegen der in Nähe von Friedhöfen angelegten Brunnen gehegt. Diese Furcht ist weit übertrieben, wie zuerst von Petri nachgewiesen wurde (Handbuch der Ing.-Wiss., III. Teil, 4. Aufl., I. Bd., 1. Lieferung, S. 86).

Die Durchlässigkeit des Bodens für Bakterien ist sehr gering. Bei Berlin wurden Versuche angestellt (Ge 1909, S. 681), um festzustellen, ob Bakterien aus undichten Kanälen nach 21 bzw. 17,5 m entfernten Brunnen gelangen könnten. Dabei wurden die Prodigiosuskeime zuerst direkt in das Grundwasser eingespült, bei einem zweiten Versuch mußten sie erst 1,25 bzw. 2,5 m Sandboden durchdringen. Die Filtrationskraft des Bodens zeigte sich im ersten Fall noch viel größer, als man sie von künstlichen Sandfiltern verlangt; im zweiten Fall, wo über 8200 Billionen Keime in den Boden gelangten, konnte in dem Brunnen nicht ein einziger Keim nachgewiesen werden.

In vielen Fällen ist der Ingenieur genötigt, persönlich die einfachsten chemischen Wasseruntersuchungen vorzunehmen. Hierfür sind als Hilfsmittel besonders zu empfehlen: Lit.: 6, 19 u. 20.

19. Anforderungen an ein Trinkwasser. Nach dem Vorhergehenden lassen sich für Trinkwasser nachstehende Anforderungen zusammenstellen:

1. Der Eintritt pathogener Keime muß unmöglich sein.
2. Das Wasser muß den im vorstehenden gegebenen physikalisch-chemischen Bedingungen genügen.
3. Die Menge des Wassers soll reichlich und muß jederzeit ausreichend sein.
4. Der Preis des Wassers soll ein möglichst niedriger sein.

Eindringlich muß davor gewarnt werden, auf Grund einer einmaligen Beobachtung bzw. Untersuchung über die Qualität eines Wassers bzw. Wasserbezugsorts ein Urteil ableiten zu wollen. Dies gilt für die chemische, bakteriologische und biologische Beurteilung eines Wassers, da die herrschende Witterung und die Grundwasserstände von bedeutendem momentanen und länger dauerndem Einfluß auf die Qualität eines Wassers sind. Man wird deshalb bei mehrfacher Untersuchung in den meisten Fällen auch verschiedene Resultate bekommen, deren Einzelbedeutung nur durch die Beurteilung der ganzen Örtlichkeit und der übrigen Umstände ermittelt werden kann.

Die Entnahme der Wasserproben für eine Wasseruntersuchung sollte nur durch einen Sachverständigen bzw. peinlich genau nach der gegebenen Anweisung vorgenommen werden.

Literatur zu Kapitel I: 1, 6, 12, 15, 19, 20, 21, 31, 39, 43.

---

## Kapitel II.

### Beschaffung des Wassers.

#### § 5. Allgemeine Vorarbeiten.

Die allgemeinen Vorarbeiten umfassen alle Untersuchungen, welche neben den speziellen, später zu besprechenden Vorarbeiten zur Beurteilung der örtlichen Verhältnisse notwendig sind und betreffen:

1. Allgemeine Lage des Orts: Terraingestaltung, beherrschende Punkte, Größe der einzelnen Ortsteile,

Erweiterungen, Eingemeindungen, Vororte, Umgebung; offene Gewässer (Tiefe, Breite, Sohlenbeschaffenheit usw.), Hauptstraßen, Eisenbahnen, Friedhöfe, Parks und Gärten.

2. Die Bewegung der Bevölkerung, speziell besondere Einflüsse, Eingemeindungen, Bauordnung, Ausdehnung der Wohn-, Villen-, Geschäfts-, Industrie- und Arbeiterviertel; Fremdenverkehr.

3. Die Gesundheitsverhältnisse, häufiges Vorkommen bestimmter Infektionskrankheiten, ihre Ursache und die dagegen getroffenen Maßnahmen; Desinfektion.

4. Gewerbliche Betriebe, Art und Größe derselben, Wasserverbrauch; private Wasserversorgungsanlagen.

5. Vorhandene Betriebskräfte. Art, Größe, Preis, Konstanz und Erweiterungsfähigkeit; Möglichkeit ihrer Benützung für die neue Wasserversorgung.

6. Wasserverbrauch für die verschiedenen Klassen der Bevölkerung, für die gewerblichen Betriebe, Straßen- und Gartensprengung, Kanalspülung, Badeanstalten, Springbrunnen, Klosetts; Untersuchung über den erforderlichen Versorgungsdruck; Privatbrunnen.

7. Finanzlage der Gemeinde und städtischer Grundbesitz in ihren möglichen Beziehungen zu dem Wasserversorgungsprojekt.

8. Rechtsfragen, Möglichkeit von Einsprüchen gegen die geplante Anlage.

9. Beschaffung des nötigen Materials an Karten, Plänen und in Betracht kommenden behördlichen Vorschriften.

## § 6. Über Wasserbezugsquellen.

Das zum Trinken und sonstigen Gebrauch erforderliche Wasser wird gewonnen aus Flüssen und Seen, Talsperren und Zisternen, den Quellen und dem Untergrund. Manche Städte haben gemischte Versorgungen, so bezieht Berlin See- und Grundwasser, Frankfurt und Posen Fluß- und Quellwasser, Amsterdam Dünen- und Flußwasser, Stuttgart Fluß-, Quell- und Teichwasser.

Für die Wahl der Versorgungsart kommen in Betracht die zur Verfügung stehenden Bezugsorte nach Zahl, Höhenlage und Entfernung vom Versorgungsort, nach Menge, Nachhaltigkeit und Güte des Wassers, nach Kosten, Erweiterungsfähigkeit und Betriebssicherheit der Anlagen. Hervorzuheben sind folgende in der Mehrzahl der Fälle charakteristische Punkte:

Beim Flußwasser: Ausreichende Menge, einfache Fassung, künstliche Hebung, beschränkte Qualität: Das Wasser ist meist weich, aber oft trübe, reich an organischen Stoffen, besonders an Keimen und von stark wechselnder Temperatur.

Beim Seewasser: Ausreichende Menge, einfache Fassung, vielfach künstliche Hebung, Temperatur bei genügender Entnahmetiefe günstig, Qualität wechselnd, je nach der Größe des Sees und der Nachbarschaft von Wohnstätten und Zuflüssen. Meist ist wenigstens Schnellfiltration notwendig.

Beim Talsperrenwasser gilt das für Seewasser Gesagte, nur ist in der Regel künstliche Hebung nicht erforderlich. Das Einzugsgebiet wird möglichst ganz frei von Wohnstätten gehalten. Filtration ist meist erforderlich, die Anlagekosten sind relativ hoch.

Beim Zisternenwasser kann bei richtiger Anlage genügende Reinheit und Temperatur erreicht werden.

Die Quellen, früher als das edelste Wasser angesehen, besitzen in der Regel chemisch genügend reines, frisches, jedoch nicht immer genügend keimfreies Wasser. Meist einfache Fassungen, vielfach Zuleitung unter natürlichem Gefälle, doch häufig beschränkte, schwankende Wassermenge und große Entfernung vom Versorgungsgebiet.

Das Grundwasser ist oft in größter Menge vorhanden, meist kühl, oft sehr rein von Bakterien, dagegen ist vielfach ein Gehalt an Eisen, Mangan, Chlor, Huminstoffen usw. mehr oder weniger lästig. Fast immer ist künstliche Hebung notwendig.

Natürlich filtrierte Flußwasser oder eine Mischung von solchem mit reinem Grundwasser erhält man, wenn man Brunnen oder Sickergalerien in der Nähe von Flüssen anlegt: Die Eigenschaften dieses Wassers nähern sich je nach der Entfernung der Brunnen vom Fluß und der Tiefe der Spiegelabsenkung im Brunnen mehr denjenigen des Flußwassers oder des Grundwassers.

Die Versorgung mit Grundwasser nimmt heute die erste Stelle ein, dann kommt die Versorgung aus Quellen, Talsperren und Seen und zuletzt aus Flüssen. Die Fortschritte auf dem Gebiet der Reinerhaltung unserer Flüsse und der Trinkwasserreinigung werden mit der Zeit wohl aus manchem, heute verpönten Flußwasser brauchbares Trinkwasser gewinnen lassen.

## § 7. Das Grundwasser.

1. Definitionen. Nach der heute vorherrschenden Auffassung entsteht das Grundwasser sowohl durch Versickerung atmosphärischen Wassers, als auch, allerdings in geringerem Maße, durch Kondensation von Wasserdampf im Untergrund. Dabei verstehen wir hier allgemein unter Grundwasser jedes unter der Bodenoberfläche vorkommende Wasser, so daß

z. B. Quellen nichts anderes sind als Grundwasserauslaufstellen. Wir werden aber in den zunächst folgenden Erörterungen nur dasjenige Grundwasser behandeln, welches, in den jüngeren sandig-kiesigen Schichten des Alluviums, Diluviums und Tertiärs fließend, durch sogenannte Grundwasser-



Fig. 1.



Fig. 2.

fassungen gewonnen werden kann. Dieses Grundwasser ruht entweder in undurchlässigen Grundwasserbecken (Fig. 1) oder es bewegt sich über geneigten undurchlässigen Schichten (U.S.) nach dem Gesetz der Schwere als Grundwasserstrom (Fig. 2) in den sogenannten wasserführenden Schichten (W.F.S.).

Das Grundwasser kann einen freien Spiegel haben oder



Fig. 3.

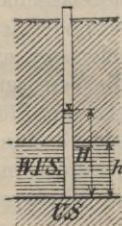


Fig. 4.

unter Druck stehen, artesisch sein, je nachdem die Mächtigkeit  $h$  der wasserführenden Schicht größer ( $h > H$ ) oder kleiner ( $h < H$ ) ist als zur Aufnahme der Grundwassermenge erforderlich wäre (Fig. 3 und 4). Wie Fig. 4 zeigt, bezeichnen wir als artesisches Wasser jedes unter Druck ( $h < H$ ) im Untergrund befindliche Wasser, auch wenn sein Spiegel noch tief unter der Erdoberfläche bleibt. Manchmal wechseln durchlässige und undurchlässige Schichten in vertikaler Richtung miteinander ab, wobei sich in den ersteren jeweils Grundwasser befinden kann. Man spricht dann von Grundwasserstockwerken oder -horizonten.

Ein und derselbe Grundwasserstrom kann streckenweise freie und dann wieder artesische Spiegel haben (Fig. 5).

2. Grundwasserführende Schichten. Unter der Wasserkapazität eines kapillaren Bodenmaterials versteht man seine Fähigkeit, Wasser zurückzuhalten. Die aufnehmbare Wassermenge ist nach oben begrenzt durch das Porenvolumen des Materials, d. h. das Verhältnis zwischen dem Volumen der in der Masse enthaltenen Hohlräume und dem Gesamtvolumen der Masse, ausgedrückt in Volumprozenten. Dieses Porenvolumen beträgt theoretisch für Kugeln von gleichem Durchmesser bei engstmöglicher Lagerung rund 26% und ist unabhängig von dem Durchmesser der Kugeln. In der Natur kommt eine solche Gleichheit des Materials nicht vor, das

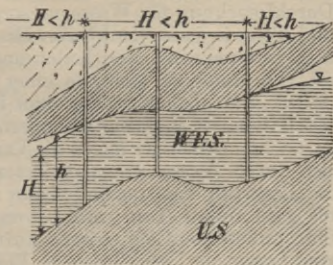


Fig. 5.

Porenvolumen übersteigt daher in der Regel den obigen Wert und kann für Flußalluvionen etwa zu 30—35% angenommen werden.

Werden die Hohlräume zwischen den einzelnen Materialstücken größer, so hört die Kapillarwirkung auf und das Material vermag außer durch Adhäsion kein Wasser mehr festzuhalten (größerer Kies und Gerölle).

Ist andererseits die Wasserkapazität einer kapillaren Materialschicht erreicht, und kommt noch mehr Wasser hinzu, so tropft es an der Unterfläche des Materials ab, wenn dieses durchlässig ist, oder es bleibt auf dem Material stehen, wenn es undurchlässig ist. Die in den Alluvionen befindlichen Materialien folgen nach abnehmender Durchlässigkeit geordnet etwa wie folgt: Gerölle, Schotter, Kies, reiner Sand, Schwemmsand, Mutterboden, lehmiger Kies und Sand, sandiger Lehm, fetter Lehm, Mergel, Letten, Ton. Dabei sind die Art der Lagerung, die Beschaffenheit und Mächtigkeit der Schichten von großem Einfluß auf die Durchlässigkeit, so daß Untersuchungen im einzelnen Fall unerlässlich sind.

Die Ablagerung von grundwasserführenden Kies- und Sandschichten geht im allgemeinen nicht weiter als bis auf das Tertiär zurück. Dabei müssen wir für unsere Zwecke

unterscheiden, ob die Schichten durch Eis, durch Wasser oder durch den Wind an ihre jetzige Lagerstätte gebracht wurden. Wo das Eis eingewirkt hat, da zeichnen sich die Schichten durch besondere Unregelmäßigkeit in Material und Lagerung aus und erschweren dadurch in hohem Grade ihre Durchforschung für Wasserversorgungszwecke: Kiese, Sande und Tone in jeder denkbaren Mischung und Korngröße, vielfach vermengt mit Moorboden und größeren Steinen wechseln oft von Meter zu Meter in einer Weise miteinander ab, daß es fast unmöglich wird, aus einer Bohrung auf die Untergrundbeschaffenheit auch nur der allernächsten Umgebung Schlüsse zu ziehen. Günstiger liegen die Verhältnisse, wenn das Material sich durch Wasser transportiert abgelagert hat. Dann pflegt die Lagerung eine regelmäßigere zu sein, wenn auch einzelne oft ganz dünne Ton- und Lehmschichten in hydrologischem Sinn außerordentlich störend auftreten können. Am günstigsten liegen die Verhältnisse in Flußtälern mit großem Gefälle, wo von alters her infolge der großen Wassergeschwindigkeit feinere Teilchen, wie Ton usw. nicht zur Ablagerung kommen konnten und dafür reine Kiese und Sande als Grundwasserträger liegen blieben.

Neben den fluviatilen Ablagerungen kommen auch äolische mit ähnlicher Regelmäßigkeit der Lagerung vor.

In allen Fällen jedoch ist bei der steten Möglichkeit von Störungen im Untergrund die Untersuchung der Grundwasserträger durch Bohrungen eine sehr schwierige und verantwortungsvolle Arbeit, die viel Zeit und Aufwand erfordert.

3. Grundwasserstände und ihre Messung. Teuft man einen Brunnen ab, so wird sich in ihm das Grundwasser in bestimmter Höhenlage einstellen. Diese Lage ist aber nicht feststehend, sondern sie schwankt dauernd unter dem Einfluß der klimatischen und meteorischen Vorgänge. Die Schwankungen können hohe Werte erreichen, 20—100 cm und mehr von einem Jahr zum andern, ein Umstand, welcher bei Anlage eines Grundwasserwerks wohl zu beachten ist. Auf den gesundheitlichen Einfluß dieser Schwankungen hat zuerst Pettenkofer hingewiesen.

Die Messung der Grundwasserstände erfolgt durch Abstiche von den einnivellierten Brunnenoberkanten aus.

4. Grundwassergefälle und -geschwindigkeit. Aus den Spiegelmessungen in mehreren benachbarten Brunnen



ergibt sich auf einfache Weise das Grundwassergefälle an der betreffenden Stelle. Die Oberfläche des Grundwassers bietet ähnlich wie diejenige der Erde ein abwechslungsvolles Bild von Rücken und Tälern und wird durch Horizontalkurven dargestellt, die aus den einzelnen Spiegelmessungen konstruiert sind. Das Grundwassergefälle kann innerhalb sehr weiter Grenzen schwanken. So beträgt es oberhalb von Straßburg 0,66%, im Lechtal (oberhalb Augsburg) 0,3%, während in der Gegend von Nürnberg Gefälle bis zu 2,4% gemessen wurden. Das Grundwassergefälle wechselt selbstverständlich auch an einer und derselben Stelle entsprechend der im Boden befindlichen Grundwassermenge und insbesondere entsprechend dem etwaigen Einfluß offener Gewässer. So zeigten sich bei Metz auf einem Feld nacheinander Grundwassergefälle von 0,1, 0,2 und 0,3%. Diesen wechselnden Gefällen entspricht natürlich auch eine wechselnde Grundwassergeschwindigkeit. Sie beträgt in Kiesen und Sanden recht wohl 3—5 m täglich, kann aber von dieser Mittelzahl nach oben und unten innerhalb weiter Grenzen abweichen. Da man die Geschwindigkeit des Grundwassers nicht direkt messen kann, so hat man versucht, sie auf anderem Wege zu bestimmen, z. B. durch die Salzungsmethode von Thiem, bei welcher zwei Bohrlöcher in der Richtung des Grundwassergefälles niedergebracht und in das obere eine Salzlösung eingegossen wird. Bestimmt man im unteren Bohrloch in regelmäßigen Zwischenräumen den Salzgehalt des Wassers, so stellt die Zeit, welche zwischen dem Eingießen der Salzlösungen in den oberen Brunnen und dem Eintritt des größten Salzgehalts im unteren Brunnen verstreicht, die Zeit dar, welche das Grundwasser zum Durchfluß der Zwischenstrecke gebraucht hat. Statt des Salzes könnte man eventuell auch gefärbtes Wasser verwenden. Die ebenfalls angewandte, elektrolytische Methode von Slichter (Österr. Zeitschr. f. d. öff. Baudienst vom 29. Nov. 1902) beruht auf der Veränderlichkeit des Widerstandes, welchen der Grundwasserstrom dem Durchgang des elektrischen Stroms zwischen zwei Bohrlöchern entgegensetzt, während ein im oberen Bohrloch eingebrachter Elektrolyt sich im Grundwasser verteilt.

Beide Methoden setzen voraus: vollkommen gleichartigen Untergrund, Fehlen undurchlässiger Einlagerungen und freie

Grundwasserspiegel. Wenn man nicht sicher ist, daß diese drei Voraussetzungen auch wirklich zutreffen, so sind beide Methoden mit entsprechender Vorsicht anzuwenden. Zur Kritik der Slichterschen Methode und über neuere Versuche siehe Ga 1907, S. 16 und 981.

### § 8. Über Grundwasservorarbeiten.

Die hierhergehörigen Untersuchungen sollen Aufschluß geben über die Wassermenge  $Q$ , welche durch einen, infolge des Porenvolumens  $\varphi$  auf die Größe  $\varphi \cdot F$  reduzierten Querschnitt  $F$  des Untergrunds mit der Geschwindigkeit  $v$  fließt. Die Ermittlung von  $v$  erfolgt dabei nach der Gleichung  $v = k \cdot \alpha$ , wo  $\alpha$  das Grundwassergefälle,  $k$  ein sogenannter Durchlässigkeitskoeffizient ist. Man hat also:

$$Q = k \cdot \alpha \cdot \varphi \cdot F.$$

Damit  $Q$  recht groß werde, sucht man mit der Fassung Stellen auf, wo  $F$  und  $\varphi$  möglichst groß sind und findet solche besonders in den Geschieben der heutigen und früheren Flußtäler. Man besetzt das zu untersuchende Feld mit Bohrlöchern („Beobachtungsrohren“), mittels deren man unter Berücksichtigung aller etwa vorkommenden Störungen und Unregelmäßigkeiten Profile des Untergrundaufbaus und der Grundwasserstände konstruiert. Materialproben des Untergrunds geben Aufschluß über dessen geologische und chemische Beschaffenheit und über die Menge der dem Wasser zur Verfügung stehenden Hohlräume (Porenvolumen  $\varphi$ ). Aus den in regelmäßigen kurzen Zwischenräumen (alle 1—3 Tage) beobachteten Grundwasserspiegeln in den Beobachtungsrohren und in etwa sonst vorhandenen Brunnen ermittelt man die Richtung und Größe des Grundwassergefalls  $\alpha$ , bzw. wenn sich  $\alpha$  gleich Null ergibt, das Vorhandensein eines Grundwasserbeckens oder unterirdischen Sees. Die

häufige Wiederholung dieser Aufnahmen und der Konstruktion von Grundwasserhorizontalen gibt einen klaren Einblick in etwaige hydrologische Veränderungen im Untergrund. Dabei ergibt sich auch der Einfluß benachbarter offener Gewässer, Seen, Flüsse oder Kanäle, deren Pegelstände ebenso wie die meteorischen Ereignisse laufend beobachtet werden müssen. Hierzu kommen noch Untersuchungen chemischer bakteriologischer und biologischer Natur, welche ein Urteil über die Möglichkeit von Verunreinigungen des Wassers durch Ansiedlungen, Fabriken oder im Boden lagernde Stoffe ergeben. In hydrologischer Beziehung wird an einzelnen Brunnen die Ergiebigkeit in Funktion der Absenkung, der Durchlässigkeitskoeffizient  $k$  und die Einwirkung der Brunnenabsenkung auf benachbarte Bohrungen bestimmt.

Es ist von großer Wichtigkeit, daß alle Untersuchungen von vornherein planmäßig und in ausreichendem Umfang angestellt werden. Eine versäumte Messung läßt sich bei der meist raschen Veränderlichkeit der hydrologischen Zustände selten nachholen. Dabei können Beobachtungen, die anfangs nebensächlich erscheinen mochten, im Laufe der Untersuchungen zu großer Bedeutung gelangen. Es ist daher sehr verfehlt, an den Kosten der Vorarbeiten sparen zu wollen, da ein solches Vorgehen den ganzen Erfolg einer Untersuchung in Frage stellen kann.

Das Untersuchungsmaterial führt schließlich zu einem Urteil über Herkunft, Beschaffenheit, Menge und Nachhaltigkeit des Grundwassers, sowie über die richtige Lage, Entfernung und Anzahl der Brunnen, sowie Tiefe und nötige Absenkung derselben.

In vielen Fällen werden die Vorarbeiten beschlossen durch Ausführung eines oder mehrerer Pumpversuche

in größerem Maßstab, sogenannter Versuchsbrunnenbetriebe, bei welchen ein Teil der Fassungen provisorisch ausgebaut und in Betrieb genommen wird.

Eine Versuchsbrunnenanlage besteht aus einer Reihe von Rohrbrunnen oder einem Sickerrohrstrang; Schachtbrunnen kommen weniger in Betracht. Die Anlage wird an der Stelle der endgültigen Fassung erbaut, für die nötigen Grundwasserbeobachtungen werden Beobachtungsrohre aufgestellt, als Motoren kommen reichlich starke Lokomobilen oder Elektromotoren in Betracht, als Pumpen fast ausschließlich Zentrifugalpumpen. Die Montage muß eine gute sein, da Betriebsstörungen äußerst lästig sind und die Zuverlässigkeit der Beobachtungen wesentlich einschränken. Die geförderten Wassermengen werden durch Überfälle gemessen, welche am besten mit automatischen Registrierapparaten verbunden sind. Diese dienen nebenbei als Kontrolle für die Tätigkeit der Maschinisten, hauptsächlich bei Nacht.

Der Betrieb eines Versuchsbrunnens erfolgt am besten im späten Herbst, d. h. wenn die Grundwasserspiegel möglichst tief, also ungünstig liegen. Er kann Monate dauern (in Posen 7 Monate, Meerane i. Sa. 1 Monat). Man macht in der Regel mehrere Versuche, indem man mit einer großen Absenkung beginnt und den Betrieb erst dann beendet, wenn die geförderte Wassermenge mehrere Tage lang nicht mehr abnimmt. Dann geht man meist zu einem zweiten Versuch mit geringerer Absenkung über. Eine andere Anordnung der Versuche geht von gleichmäßiger Entnahme aus und sucht den Beharrungszustand der Absenkung zu finden, welcher sich dadurch kennzeichnet, daß die gesenkten Grundwasserspiegel mehrere Tage lang um eine mittlere Lage hin und her pendeln.

Auf diese Weise erhält man zusammengehörige Werte von Absenkungen und Fördermengen, welche man unter Berücksichtigung aller sonstigen Umstände und Messungen für die endgültige Fassung verwendet.

### § 9. Formeln für Grundwasserbewegung.

Die Ableitungen dieses Paragraphen setzen voraus:

1. Verhältnismäßig unbegrenzte Breite des Grundwasserbeckens bzw. -stroms.
2. Ebenen, zur undurchlässigen Sohle parallelen Grundwasserspiegel.
3. Eine Durchlässigkeit, die an allen Stellen des untersuchten Querschnitts gleich ist.

Da diese Bedingungen sehr oft nicht oder nur teilweise erfüllt sind, so ist Vorsicht geboten.

Für weitere Studie vgl. Lit. 11, 26 und die Aufsätze von Forchheimer in Ö. Z. 1898, 1899 und 1905, ferner Hütte, 20. Aufl., III, S. 213ff.

Soll ein Grundwasserstrom von der Breite  $L$  und der Gesamtwassermenge  $Q$  durch Brunnen von der Einzelleistung  $q$  vollständig ausgenutzt werden, so braucht man hierzu  $n = Q : q$  Brunnen in einer gegenseitigen Entfernung  $e = B : n = B \cdot q : Q$ .

Wir gehen aus von den früher gegebenen Gleichungen

$$(1) \quad v = k \cdot \alpha,$$

$$(2) \quad Q = v \cdot \varphi \cdot F = k \cdot \alpha \cdot \varphi \cdot F.$$

a) Bei einer Sicker Galerie von bedeutender Länge  $L$  in einem Grundwasserbecken (Fig. 6) kommt das Wasser der Hauptsache nach von den beiden Seiten. Die Beeinflussung des Grundwasserspiegels hänge von der Entfernung  $R$  von der Galerie und die Grundwassertiefe sei dort  $H$ . Dann ist:

$$(3) \quad Q = \frac{k \cdot \varphi \cdot L (H^2 - h^2)}{2R},$$

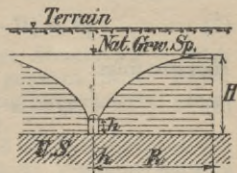


Fig. 6.

wobei  $k$  und  $\varphi$  die frühere Bedeutung haben. Nimmt  $L$  ab, so wächst der Einfluß des an den Stirnseiten der Galerie eintretenden Wassers und man erhält:

$$(4) \quad Q = k \cdot \pi \cdot \varphi \cdot \frac{H^2 - h^2}{\ln \frac{R}{L}}.$$

b) Bei einer Sammelgalerie in fließendem Grundwasser, welche auf ihre Länge  $L$  die gesamte Zuflußmenge abfängt (Fig. 7), ergibt sich entsprechend die Gleichung:

$$(5) \quad Q = k \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot L \cdot H.$$

c) Bei einem Einzelbrunnen mit freiem Spiegel in einem Grundwasserbecken (Fig. 8) gilt



Fig. 7.

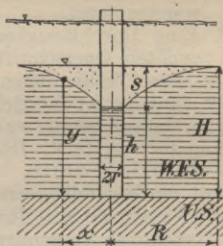


Fig. 8.

$$(6) \quad y^2 = \frac{Q}{\pi \cdot \varphi \cdot k} \ln x + C,$$

wobei  $C$  eine Integrationskonstante ist. Nach ihrer Auswertung erhält man

$$(7) \quad y^2 = (H - s)^2 + \frac{Q}{\pi \cdot \varphi \cdot k} \cdot \ln \frac{x}{r}.$$

Hieraus folgt:

$$(8) \quad Q = \pi \cdot \varphi \cdot k \cdot \frac{H^2 - (H - s)^2}{\ln \frac{R}{r}}$$

und schließlich

$$(9) \quad s = H - \sqrt{H^2 - \frac{Q}{\pi \cdot \varphi \cdot k} \cdot \ln \frac{R}{r}}.$$

d) Für einen Einzelbrunnen in fließendem Grundwasser behalten Gleichung (8) und (9) ihre Geltung.

e) Für einen Einzelbrunnen in einem artesischen Grundwasser (Fig. 9) ist mit den Buchstaben der Figur:

$$(10) \quad Q = \frac{2\pi \cdot \varphi \cdot k \cdot a}{\ln \frac{R}{r}} \cdot s.$$

Die Ergiebigkeit ist also linear proportional der Absenkung und die Gleichung gilt einerlei, ob es sich um einen Grundwasserstrom oder ein Grundwasserbecken handelt.

Weitere Untersuchungen ergeben:

f) Fehler in der Bestimmung von  $R$  sind von vergleichsweise geringem Einfluß.

g) Durch Umformen der Gleichung (6) erhält man den Wert:

$$(11) \quad k \cdot \varphi = \frac{Q}{(y^2 - h^2) \cdot \pi} \cdot \ln \frac{x}{r},$$

und dieser kann durch Versuche auf dem Feld für jeden Brunnen bestimmt werden.

h) Aus Gleichung (8) erhält man durch Umformen und mit

$$m = \frac{2\pi \cdot \varphi \cdot k \cdot H}{\ln \frac{R}{r}} = \text{konst.}$$

den Ausdruck

$$m = \frac{Q}{s},$$

worin  $m$  — die Ergiebigkeit pro Meter Absenkung — nach Thiem spezifische Ergiebigkeit genannt wird. Dieser Begriff ist bei nicht zu großen Absenkungen genügend genau und sehr bequem in der Verwendung.

i) Aus Gleichung (8) ergibt sich, daß die Vergrößerung des Brunnendurchmessers nur einen äußerst geringen Einfluß auf die Ergiebigkeit hat. Darin ist die Überlegenheit der billigeren Rohrbrunnen über die teuren Kesselbrunnen begründet.

k) Für die Zeit  $T$  bis zum Eintritt des Beharrungszustandes hat Lueger (26) S. 233 und 462 eine Formel gegeben. Für

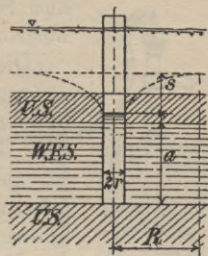


Fig. 9.

rohe Annäherung kann man hieraus bei einem Brunnen im Grundwasserstrom ableiten:

$$T = \frac{R - r}{86400 \cdot k \cdot \alpha} \text{ Tage.}$$

## § 10. Grundwasserfassungen.

Grundwasserfassungen bestehen aus Einzelbrunnen und Brunnenreihen, also vertikalen Fassungselementen, und Sickerröhren oder Sickergalerien, also horizontalen Fassungselementen.

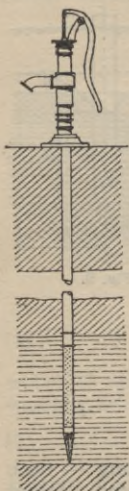


Fig. 10.

Die einfachste Brunnenkonstruktion ist der sogenannte Abessinier- oder Nortonbrunnen (Fig. 10), ein etwa  $\frac{5}{4}$ - bis 2zölliges Gasrohr, das an seinem unteren Ende ein gelochtes mit Draht-(Tressen-)gewebe überzogenes Rohrstück mit angeschmiedeter Spitze trägt. Solche Brunnen werden in der Regel durch Rammen in den Boden „geschlagen“. Sie dienen für vorübergehende Zwecke, bei Einzelwohnstätten, als Feldbrunnen und ohne aufgesetzte Pumpe als Beobachtungsrohre für Grundwasseruntersuchungen. Besonders im letzteren Fall werden sie gegen das Eindringen von Ton in die Gewebemaschen in ein mit größerem Durchmesser (250 bis 300 mm) abgeteuftes Bohrloch eingesetzt und mit Kies umfüllt.

Am verbreitetsten waren früher die Kessel- oder Schachtbrunnen von ringförmigem Querschnitt, oft mit einem Kranz aus Holz oder Eisen, vielfach mit Schlitzfenstern versehen, mit Durchmessern von bis zu 4 m. Die Ausführung geschieht in Backstein, Beton, Eisenbeton, Werkstein, ja sogar in Gußeisenringen. Neuer-





Die rationellste Ausbeutung der Grundwasserträger wird ermöglicht durch die sogenannten Rohrbrunnen. Zwei ihrer wichtigsten Formen sind der Brunnen von

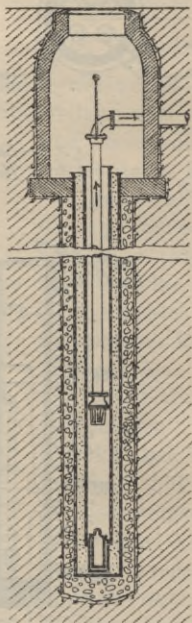


Fig. 16.

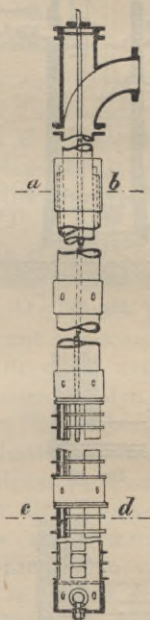


Fig. 17.

Bopp und Reuther (Fig. 16) und derjenige von Thiem (Fig. 17 ff.). Bei dem Brunnen von Bopp und Reuther sind zwei Siebe ineinander in die Bohrung abgesenkt und der Zwischenraum mit gewaschenem Kies verschiedener Korngröße ausgefüllt. Der Thiemsche Brunnen besteht aus einzelnen miteinander verschraubten Schüs-

sen, welche, soweit sie im Wasser stehen, mit weiten Schlitzfenstern versehen und mit einem feinem Gewebe überzogen sind. Durch die Mitte geht ein kupfernes Saugrohr und ein weiteres engeres Kupferrohr zur Beobachtung der Wasserstände während des Betriebs. Vor der Benützung werden die Brunnen durch mehrtägiges starkes Abpumpen einzeln entsandet. Die Drahtnetze der Rohrbrunnen verlagern sich mit der Zeit. Dann sind die Brunnen zu ziehen, was meist ohne Mühe möglich ist. Die lichte Weite des Gewebes nahm A. Thiem so groß an, daß etwa 60 Gewichtsprocente des Bodenmaterials die Maschen passieren konnten (vgl. Zeitschr. f. Tiefbau 1909, S. 143, oder W. u. A. II, S. 188).

Rohrbrunnen werden entweder einzeln (Fig. 20) oder in Gruppen (Fig. 21) an die Sammelleitung angeschlossen. In ihr soll die Wassergeschwindigkeit im allgemeinen 0,7—0,9 m nicht überschreiten. Un-



Fig. 18.



Fig. 19.

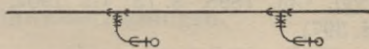


Fig. 20.

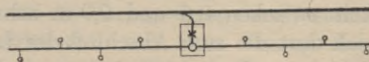


Fig. 21.

mittelbar vor der Pumpe liegt in der Regel ein Saugwindkessel, welcher den Zweck hat, Ungleichmäßigkeiten und Stöße der Wasserbewegung zu mildern und die mit dem Wasser ankommende Luft aufzunehmen. Sein Volumen soll gleich dem 10—20fachen Hubvolumen der Pumpe sein. Ergibt die Berechnung eine unzulässige Größe des

Saugwindkessels oder würde die Saugleitung allzu lang ausfallen, so verwendet man an ihrer Stelle eine Heberleitung, welche mit einem vertikalen Endschenkel in einem Sammelbrunnen endigen (Fig. 13 und 14). Heberleitungen ermöglichen gleichmäßigeres Fließen des Wassers als Saugleitungen und damit größere Saugspannungen (es kommt über 8 m manometrische Saugspannung vor). Bequem ist auch die Möglichkeit, in einem Sammelbrunnen mehrere Leitungen einmünden zu lassen (Erweiterung eines Werks!). Zur Entlüftung der Heberleitungen, die am Endschenkel und an sonstigen Hochpunkten dauernd geschehen muß, verwendet man Luftpumpen oder Ejektoren. Den Saug- und Heberleitungen gibt man nach der Pumpe bzw. nach den Entlüftungsstellen hin eine geringe Steigung (schon 0,2<sup>0</sup>/<sub>00</sub> haben genügt, vgl. auch Ga 1907, S. 1866).

Nach Thiems Vorgang im Jahr 1886 werden Grundwasserfassungen mit Rohrbrunnen vielfach für die Grundwasserbewältigung in Baugruben verwendet (vgl. Cbl. 1898, S. 73; Ga 1907, S. 34; Z. g. W. 1909, S. 397).

Im Sammelbrunnen beginnen auch die zu den Pumpen führenden Saugleitungen, in welchen die Geschwindigkeit zwischen 0,6 und 0,9 m schwankt, auch befinden sich dort die zum Abschluß der Leitungen notwendigen Schieber. Dadurch erhalten die Sammelbrunnen bisweilen große Durchmesser von bis zu 5 m und darüber.

Stollen und Sickerrohre werden bei Grundwasserträgern von geringerer Mächtigkeit verwendet. Stollen (Fig. 22) sind begehbar, gestatten also Beobachtung der einzelnen Zulaufstellen, Sickerschlitze (Fig. 23) erhalten zur Leitung des Wassers Drains oder geschlitzte Steinzugrohre, welche mit einer Kies- und Sandsperrung um-

packt sind, während das Entweichen des Wassers und das Eindringen von Oberflächenwasser durch einen Ton-  
schlag verhindert wird. Mit diesen Einrichtungen kann

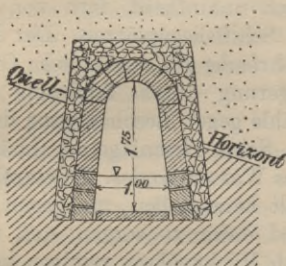


Fig. 22.

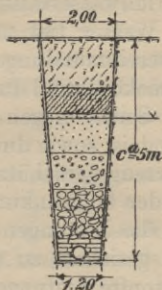


Fig. 23.

ein unterirdischer Absperrdamm aus Ton oder eine Absperrspundwand verknüpft werden (vgl. Ga 1903, S. 995; Engineer 1903 vom 9. Oktober; Z. g. W. 1910, S. 21).

## § 11. Flußwasserfassungen.

Die Flußwasserfassungen haben mit der Entwicklung der Hygiene und der Bakteriologie an Zahl stark abgenommen. Vielleicht wird die Verbesserung der Wasserreinigungsmethoden, verbunden mit dem Zwang der Verhältnisse, in der Zukunft die Flußwasserfassungen unter geeigneten Verhältnissen wieder mehr in Aufnahme kommen lassen.

An Vorarbeiten sind zu nennen:

1. Längere Zeit dauernde Messungen der Pegelstände und Wassermengen, namentlich der Größt- und Kleinstwerte, sowie der Dauer und Häufigkeit der einzelnen Perioden.

2. Beobachtungen über Temperatur, Trübungen, chemische Beschaffenheit, Keimzahl und Keimart, Eisgang usw.

Flußwasserfassungen sind anzulegen an Stellen, wo das Wasser tief und rasch dahinfließt, fern von Abwassereinmündungen und Schiffsliegeplätzen. Der Entnahmekopf muß durch mehrfache gut zugängliche Gitter und Seiher gegen Verlagerung durch Treibzeug und Grundeis, sowie durch Pfähle gegen Beschädigung durch Fahrzeuge geschützt sein. Seine Tiefenlage ist abhängig von den Schwankungen des Wasserstandes. Es empfiehlt sich die Leitungen doppelt herzustellen, um gegen Zufälle gesichert zu sein und dafür zu sorgen, daß man verstopfte Leitungen durch Rückspülung reinigen kann. Das Wasser kann in Absitzbecken oder grobkiesigen Filtern vorgereinigt werden. Diese müssen aber gut zugänglich sein, wenn Übelstände wie in Worms (Ga 1906, S. 331) vermieden werden sollen.

Städte, die heute noch Flußwasser benützen, allerdings mit entsprechender Reinigung, sind Breslau, Magdeburg (Puechfilter, § 38, 2), Paris (Ozonisierung, § 41), Stuttgart (Sandfilter, § 37). In Frankfurt a. M. wird Mainwasser in einem besonderen Versorgungsnetz als Nutzwasser verteilt, für Straßensprengung Begießung öffentlicher Anlagen und größerer Privatgärten, öffentliche Pissoirs und Springbrunnen, sowie für einzelne geeignete gewerbliche Betriebe.

## § 12. Seewasserfassungen.

Größere Seebecken werden vielfach zur Trinkwasserversorgung herangezogen, z. B. in Konstanz, St. Gallen, Zürich, Genf, Chicago, Genf usw. Diese Wasserbeschaf-

fung wird mit der Verbesserung unserer Wasserreinigungsmethoden sicherlich noch zunehmen.

Die Voruntersuchungen erstrecken sich auf:

1. den Keimgehalt und das Plankton,
2. die chemischen im Wasser gelösten Stoffe,
3. die Strömungen des Wassers an der Oberfläche und in verschiedenen Tiefen, die Wellenbildung,
4. die Temperatur des Wassers in verschiedenen Tiefen,
5. die allgemeine örtliche Untersuchung der Fassungsstelle.

All diese Untersuchungen sind auf verschiedene Tiefen und die weitere Nachbarschaft der Entnahmestelle auszudehnen, ferner in allen Jahreszeiten anzustellen.

Fig. 24 gibt zwei Temperaturkurven des Bodensees, wie sie anlässlich der Vorarbeiten für die Wasserversorgung von St. Gallen aufgenommen wurden. Danach nehmen die Ausschläge der Temperaturschwankungen nach der Tiefe ab. Sie betragen z. B. in 50 m Tiefe nur noch  $\frac{3}{4}$  Grad. Man wird die Entnahmetiefe so bemessen, daß die Temperaturschwankungen ein gewisses Maß nicht überschreiten und die Temperatur selbst nie zu hoch oder zu nieder wird.

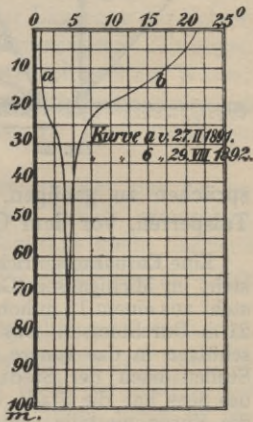


Fig. 24.

Keimgehalt, gelöste Stoffe und Strömungen stehen in einer gewissen gegenseitigen Abhängigkeit. Man wird eine Entnahmestelle aussuchen, wohin Strömungen von

bewohnten Uferstellen und von Zuflüssen nicht gelangen können. Man wird auch Buchten mit starker Flora und stagnierendem Wasser vermeiden, überhaupt von den Ufern abrücken. Auch wird man die Entnahmeöffnung nicht unmittelbar über der Seesohle anordnen, weil dort das Wasser weniger rein ist als in einiger Höhe darüber. Ferner wird man Stellen mit starkem Wellenschlag, der sich

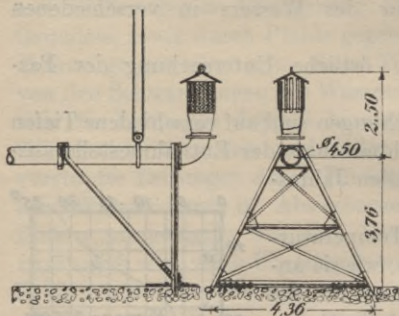


Fig. 25.

bis auf 10 m Tiefe bemerkbar machen kann, vermeiden. So entnimmt St. Gallen sein Wasser bei Rorschach, ca. 550 m vom Ufer entfernt, 34 m unter der Oberfläche und 20 m über dem Grund des Bodensees.

Um allen Ansprüchen zu genügen, wird man das Wasser, wie bei Talsperren, vor dem Gebrauch filtrieren.

Eine Entnahmeeinrichtung größter Abmessung für Chicago steht im Michigansee (Ga 1891 und 1892; Z. 1895). Sie besteht aus einem 13 m hohen ringförmigen Caisson von 36 bzw. 21 m Durchmesser. Das Wasser strömt durch sechs Einlaßschützen in das Innere des Caissons und von da in einem Stollen nach der Stadt. Die zunehmende Verunreinigung des Sees hat die Stadt von 1864—1892 dreimal gezwungen, die Entnahmestelle weiter in den See hinauszurücken. Ga 1909, S. 64, findet sich eine ganz ähnliche Einrichtung für Buffalo.

Fig. 25 zeigt die Entnahmeverrichtung für die Stadt Konstanz.



### § 13. Stauweiheranlagen.

A. Vorarbeiten. Ob an einer bestimmten Stelle überhaupt eine Sperre gebaut werden darf, ob eine Mauer oder ein geringere Bodenpressungen verursachender Damm angezeigt ist, an welcher Stelle guter Baustein, Ton, Lehm, Sand und Kies zu finden ist, dies wird meist zunächst, unter Zuziehung eines Geologen, zu entscheiden sein. Die älteren Formationen bis herunter zum Karbon sind für die Errichtung von Mauern im allgemeinen günstiger als Bundsandstein; Muschelkalk, Keuper und Jura, denn die letzteren besitzen geringere Festigkeit, größere Porosität und Klüftigkeit. Im besonderen muß in der Baugrube der Lagerung der Schichten, etwaigen Verwerfungen, Verwitterungserscheinungen, Einlagerungen, Klüften, Quellaustritten und der Wasserdurchlässigkeit des Gesteins die größte Aufmerksamkeit geschenkt werden (23). Auch ist die Beckensohle auf Wasserdichtheit zu untersuchen.

Die geeignetste Form besitzt ein Tal, das bei geringster Sperrenhöhe den größten Inhalt ermöglicht. Dazu muß seine Breite an der Baustelle klein, oberhalb derselben möglichst groß sein, bei möglichst geringem Talgefälle oberhalb der Sperre.

Das Einzugsgebiet soll möglichst groß, bewaldet, hoch<sup>er</sup> gelegen und bei Trinkwassersperren frei von Ansiedelungen sein; bei diesen soll auch der Abfluß aus etwaigem Moorgebiet und aus Sümpfen nicht in die Sperre<sup>n</sup> gelangen, sondern anderweitig abgeleitet werden.

Die hydrographischen Vorarbeiten umfassen die Bestimmung des Einzugsgebiets, der Regen-, Verdunstungs- und Abflußverhältnisse. Diese Untersuchungen sollen womöglich eine Reihe von Jahren hindurch

fortgeführt werden. Ihre Kenntniss zusammen mit den Zahlen für den Wasserverbrauch ergibt

Den möglichen bzw. notwendigen Inhalt des Weihers. Die Berechnung ist verschieden, je nachdem es sich nur darum handelt, Hochwasser zurückzuhalten oder eine Wasserversorgung zu bauen oder Wasser für Kraftzwecke zu gewinnen. Die häufiger vorkommende Kombination mehrerer Zwecke kompliziert die Rechnungen. Der nutzbare Weiherinhalt muß so groß sein, daß er während einer längeren Trockenperiode den Überschuß der Entnahmemenge über die (abzüglich der Verluste) zufließenden Wassermengen zu decken vermag. Diese Verluste, bestehend in Versickerung, Verdunstung und dem im Weiher verbleibenden eisernen Bestand betragen etwa 30% des Gesamtzuflusses einer Sperre, so daß also 70% des Sperrenzuflusses nutzbar zu machen sind. Bei den älteren Sperren des Wuppergebiets hat man den Sperreninhalt zu rund 33% des Jahreszuflusses angenommen. Diese Zahl dürfte in trockenen Jahren, namentlich bei Kraftwassersperren zu klein sein, man hat denn auch der neuen für die Wasserversorgung von Remscheid dienenden Neyetal Sperre bei Wipperfürth einen Inhalt von 65% des Jahreszuflusses gegeben. Über die Einzelheiten der Berechnung vgl. Lit. 47; Zeitschr. f. Bauw. 1903, S. 650; 1904, S. 295; Cbl. 1898, S. 390; Z. g. W. 1906, S. 93, und 1908, S. 2.

B. Material und Ausführung. Hölzerne Sperren kommen für Wasserversorgungszwecke nicht in Betracht. Eiserne Sperren scheinen bis jetzt nicht ausgeführt zu sein, dagegen werden Holz und Eisen als wasserseitige Dichtung von Dämmen in Amerika verwendet. Dämme werden im Ausland viel öfter gebaut als bei uns, speziell in Frankreich, wo man durch systematisches Einwalzen

und Besprengen während des Schüttens in niederen Schichten ein spezifisches Gewicht des Dammaterials von 2000 erreicht hat. In den Vereinigten Staaten werden Dämme vielfach eingeschlämmt oder aus Steinen um eine den Kern bildende Wand aus eisernen Platten geschüttet. Auch teilweise Ausführung in Trockenmauerwerk mit Holz- oder Eisenwänden kommt vor. In der Mitte des Damms findet sich häufig ein Kern aus Ton, Mauerwerk oder Beton ev. mit Metallplatteneinlage. Die Ansichten über diese Ausführungen sind geteilt. Die Oberfläche der Dämme wird durch Steinpflaster geschützt. Selbst aus stark sandhaltigem Boden sind Dämme ausführbar, wenn für genügende Drainage gesorgt ist.

Die Dammböschungen sind in der Regel mit 1 : 2,5 bis 1 : 3 geneigt und mit Bermen versehen. Für die Kronenbreite gibt Crugnola, wenn die Dammhöhe  $h > 3$  m ist, die Gleichung

$$b = 3,00 + \frac{5}{17} \cdot (h - 3) .$$

Bei Mauern verwendet man meist Bruchsteinmauerwerk in Zyklopenverband. Die Steine sollen von 1 bis 2 Mann noch zu handhaben sein. Pro Maurer und Tag kann man auf etwa 2—5 cbm Mauerung rechnen. In Amerika werden auch Betonblöcke verwendet oder Beton mit eingeschlossenen größeren Steinblöcken. Eisenbetonmauern sind bis jetzt wohl nicht ausgeführt.

Von größter Wichtigkeit ist die Wahl des Mörtels und seine Zubereitung. Intze verwandte stets Traßmörtel. An der Sperre von Komotau benützte Lueger einen Mörtel aus 1 VT. Portlandzement, 1 VT. hydraulischem Kalk, 6 VT. Sand und 1,35 VT. Wasser (D. B. 1908, S. 215).

Vollkommene Wasserdichtheit eines Mauerwerks ist, insbesondere bei hohem Wasserdruck, nicht zu erreichen. Man bringt deshalb auf der Wasserseite der Mauern besondere Abdichtungen durch Teerpräparate (Inertol, Siderosthen) an, welche man durch ebene Mauern oder vorgesetzte Gewölbe vor Beschädigungen schützt. Außerdem baut man nahe hinter der wasserseitigen Wand ein System eng beisammenstehender vertikaler Drains ein, welche in das Mauerwerk eingedrungenes Wasser abfangen. Gegen das von unten kommende Druckwasser und den hierdurch bewirkten Auftrieb dient ein zweites in Höhe des Entnahmestollens wagrecht liegendes Drainsystem.

Der Aushub der Baugrube muß an allen Stellen bis auf den vollkommen gesunden Fels hinuntergehen. An den Talhängen erhält die Baugrube Stufenform, in der Sohle findet sich bisweilen ein sägeförmiger Längenschnitt. Etwaige Herdmauern müssen, um wirksam zu sein, sehr bedeutende Stärken erhalten. Die Bausohle wird vor der Mauerung mit Stahlbürsten abgekratzt und gewaschen, Spalten und Löcher werden mit Zementbrei unter Druck ausgegossen, Quellen gefaßt und meist abgeleitet.

Zugleich mit dem Aushub sind zu erstellen Arbeiter-Schlaf- und Speiseräume, Bureaus und Wohnungen für die Ingenieure, Mörtelbereitungsanlagen, Druckwasserleitung, Maschinenstation für Steinbrecher, Sandmühlen, Beleuchtung, Bremsberg, Aufzüge und etwaige Arbeitsbahnen, neue Straßen und Wege, gleichzeitig erfolgt die Eröffnung des Steinbruchs und während des Baus die Ausrodung des Talbodens, das Abpflastern der Seeuferländer, sowie die Umpflanzung und Einschränkung des Beckens.

C. Form der Sperrenmauern. Eine durchaus befriedigende Berechnungsweise der Sperrenmauern besteht zurzeit noch nicht.

Die naturgemäße Form einer gegen Wasser widerstehenden Mauer ist das rechtwinklige Dreieck. Sollen bei billigster Ausführung Zugspannungen ausgeschlossen sein, so muß die Resultierende aus dem Wasserdruck  $W$  und dem Mauergewicht  $G$  (s. Fig. 26) durch den luftseitigen Drittelpunkt gehen. Dann muß sein:

$$(1) \quad G : W = h : b \quad \text{und} \quad G = W \cdot \frac{h}{b}.$$

Ist  $\gamma_m$  bzw.  $\gamma_w$  das spezifische Gewicht des Mauerwerks bzw. des Wassers, so ist pro laufenden Meter Mauer:

$$(2) \quad G = \gamma_m \cdot \frac{b \cdot h}{2}, \quad W = \gamma_w \cdot \frac{h^2}{2} \quad \text{und} \quad G = \gamma_w \cdot \frac{h^3}{2b}.$$

Aus den beiden Ausdrücken für  $G$  folgt:

$$(3) \quad b = h \sqrt{\frac{\gamma_w}{\gamma_m}}, \quad \checkmark$$

woraus mit

$$\gamma_w = 1,0 \quad \text{und} \quad \gamma_m = 2,3 \quad b = 0,65 \cdot h$$

sich ergibt. Für einen leeren Weiher fällt die größte Kantenpressung auf die Wasserseite. Sie beträgt dann mit Gleichung (2)

$$(4) \quad K = \frac{2G}{b} = \gamma_m \cdot h,$$

und man erhält als größtmögliche Tiefe einer Sperrmauer mit Dreiecksform

$$(5) \quad h = \frac{k}{\gamma_m},$$

woraus mit einer behördlich zugelassenen Mauerwerkspress-  
 ung von  $k = 8 \text{ kg/qcm}$  sich  $h = \frac{80\,000}{2300} = \text{rund } 35 \text{ m}$  ergibt.

Höhere Mauern müssen also gegen Vergrößerung der Mauerwerkspressungen in ihren unteren Teilen noch mehr verbreitert werden (Fig. 26). Der Mauerkrone wird man schon aus Bedienungs- und Verkehrsrücksichten eine gewisse Breite (von etwa 3,5 m an) geben müssen.

Die eingehende Berechnung der Sperrenmauern ist ein Gebiet der Mechanik und Festigkeitslehre, mit welchem sich neuerdings besonders Crugnola, Kreuter, Lieckfeld, Mattern, Mohr und Williot beschäftigt haben, vgl. Literatur 5, 10, 26, 47, ferner Cbl. 1898, 1905, 1906, 1908; Ö. Z. 1908 u. v. a.

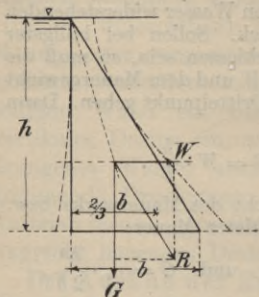


Fig. 26.

Bei der Berechnung der Mauern sind folgende Punkte besonders zu beachten:

1. Die zulässige Mauerwerkspannung von 7—8 (später vielleicht 10—12) kg/qcm darf nicht überschritten werden.

2. Zugspannungen und ganz kleine Druckspannungen dürfen nicht vorkommen.

3. Das spezifische Gewicht trüben Wassers kann 1050 erreichen; das spezifische Gewicht des Mauerwerks ist vor der Berechnung der Sperre durch probeweise Ausführung eines Mauerklotzes (auf einer Zentesimalwaage) zu bestimmen.

4. Die Mauer soll über die höchsten Wellen hervorragen um den vielfach angenommenen Betrag von  $a = 0,1 \cdot h$ , wo  $h$  die Wasserhöhe hinter der Mauer ist, jedoch nimmt man  $a$  nie größer als 3,5 m an, bleibt sogar häufig unter dem Betrag der obigen Formel.

5. Die Mauern werden mit einem Radius von 200 bis 300 m bogenförmig gekrümmt und die konvexe Seite gegen das Wasser gestellt, damit vertikale Risse infolge von Temperaturschwankungen verhindert sind. Diese Krümmung wird jedoch mit Ausnahme einiger amerikanischer Sperren bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

6. Die Mauern müssen so berechnet sein, daß ein

Abschieben von einzelnen Mauerstücken infolge des Wasserdrucks nicht möglich ist.

7. Für die größte Höhe des Wasserstandes sind die ungünstigsten Annahmen zu machen.

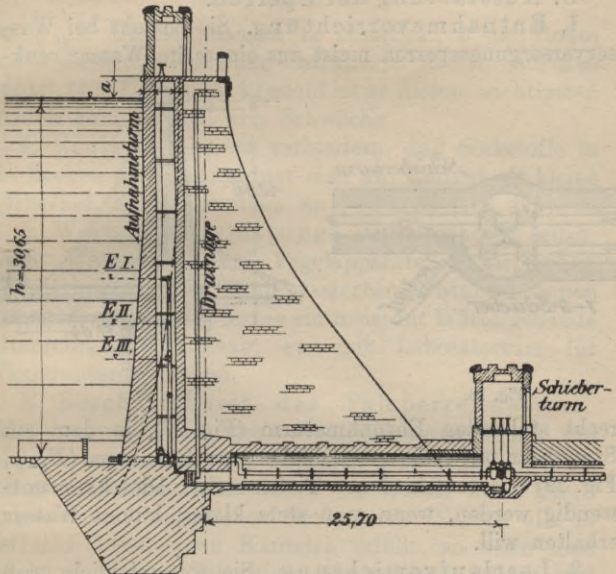


Fig. 27.

8. Vielfach wird — etwas weitgehend und den Bau sehr verteuern — Berücksichtigung des Auftriebs verlangt. Die Anschauungen über seine Wirkung und die richtige Art seiner Berücksichtigung sind noch geteilt; Intze war gegen die Berücksichtigung.

Die beiden folgenden Figuren zeigen charakteristische Mauerprofile, Fig. 27 und 28, die Talsperre von Komotau

(Lueger) ohne Berücksichtigung des Auftriebs mit vertikalem Entnahmeturm, Fig. 29 diejenige von Marklissa am Queiß (Intze) mit Berücksichtigung des Auftriebs und mit Erdhinterfüllung.

#### D. Ausstattung der Sperren.

1. Entnahmeverrichtung. Sie besteht bei Wasserversorgungssperren meist aus einem im Wasser senk-

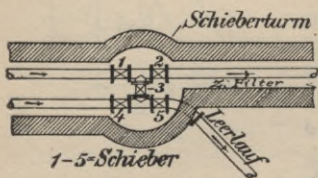


Fig. 28.

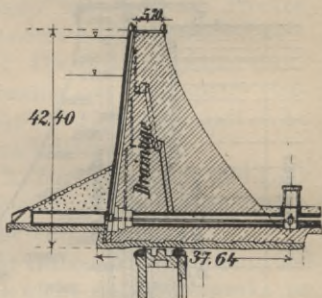


Fig. 29.

recht stehenden Entnahmeturm (Fig. 27), in dem ein Standrohr mit mehreren Schiebern zur Entnahme ( $E_{1-3}$ , Fig. 29) aus verschiedenen Tiefen steht. Dies kann notwendig werden, wenn man stets klares, kühles Wasser erhalten will.

2. Leerlaufvorrichtung. Sie soll reichlich groß sein, damit schnelle Entleerung einer Sperre möglich ist. Leerlauf- und Entnahmeverrichtung legt man am billigsten durch den Fuß der Mauer und dichtet hier durch einen Mauerwerkspfropf (Fig. 28), oder führt sie am besten um die Mauer herum durch die Felsen der Talhänge.

3. Überlauf. Man legt ihn entweder auf die Mauerkrone, so daß das Überlaufwasser an der Luftseite der



Mauer herabrinnt oder entlang dem Ufer hinter die Mauer. Auch vertikale Überfalltrichter<sup>v</sup> (Z. 1906, S. 944) kommen vor, ebenso Heber als Überfälle. Die geraden Überfälle berechnet man am einfachsten nach der Formel:

$$Q = 1,8 \cdot b \cdot h^{3/2},$$

wo  $Q$  die Überlaufmengen in cbm/Sek.,  $b$  die Breite und  $h$  die Höhe des Überfallstrahls in Metern bedeuten ([45] S. 55). Übergroße Vorsicht ist an diesem wichtigsten Bauteil kein Zeichen von Schwäche.

4. Einlauf. Um zu verhindern, daß Sinkstoffe in die Becken gelangen, ordnet man am Einlauf oft kleine Vorbecken mit Stauwerken an (W. u. A. I, S. 475).

5. Weitere Ausstattung. Hierzu gehören selbsttätige Wassermess- und Pegelapparate, Fernsprecher, Alarmvorrichtungen, Grundwasserbeobachtungsbrunnen unterhalb der Sperre; ferner ein meist im Wärtergebäude untergebrachtes Bureau, ev. mit Laboratorium für Wasseruntersuchungen.

E. Beschaffenheit des Talsperrenwassers. Talsperrenwasser ist zwar Oberflächenwasser und als solches nur von relativer Reinheit, muß jedoch wesentlich günstiger beurteilt werden als Wasser aus Flüssen und kleineren natürlichen Seebecken. Werden alle in Betracht kommenden Kautelen erfüllt, so kann man durch nachherige Filtration ein weiches, kühles und auch in bakteriologischer Beziehung einwandfreies Trinkwasser erhalten. Die Filtration kann meist eine ziemlich rasche sein, in gewissen Fällen ließe sie sich vielleicht ganz vermeiden.

## § 14. Zisternenanlagen.

Zisternen dienen zum Auffangen bzw. Aufbewahren atmosphärischen Wassers. Die Qualität des Zisternenwassers kann

durchaus einwandfrei sein, der etwas fade Geschmack läßt sich durch Einwerfen von Kalkstücken verbessern. Die Voruntersuchungen umfassen Feststellungen über Menge und Verteilung der jährlichen Regenfälle sowie des Wasserverbrauchs. Danach bestimmt sich die Größe der Auffangfläche, des Zisterneninhalts bzw. der zulässigen Abgabemengen.

Eine Zisterne besteht aus einer Auffangfläche, einem Rückhalteraum für Verunreinigungen und dem Wasserbehälter. Zisternen müssen gegen Licht und Schmutz geschützt, dabei aber leicht zugänglich und zu reinigen sein. Über die Be-

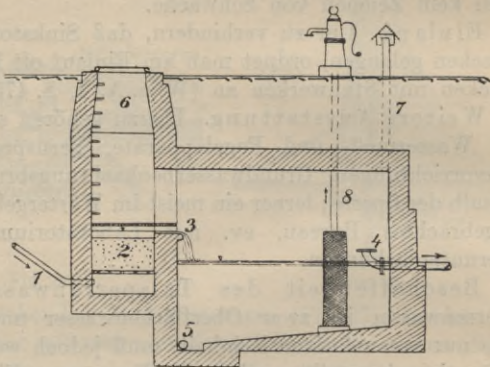


Fig. 30.

rechnung des Inhalts vgl. Finetti, Ö. Z. 1884 und 1885. Über die Einrichtung siehe Zentralblatt f. Bakteriologie, Bd. XVIII, Nr. 13/15 und 19/21.

Die Fig. 30 gibt eine typische Anordnung. Es bedeuten die Zahlen: 1 den Einlauf des Wassers von der Auffangfläche (Dach, gepflasterter Hof) her; 2 die ev. mit grobem Kies als Filter gefüllte Vorkammer, welche das Wasser durchlaufen muß; 3 den Einlauf in den Behälter; 4 den Überlauf; 5 den Leerlauf mit Schieber; 6 die Einsteigöffnung; 7 das Lüftungsrohr; 8 die Entnahmeeinrichtung. Mehrere vertikale Drahtnetzzyylinder mit nach der Achse hin abnehmender Maschenweite sind ineinander gestellt und die Zwischenräume mit

Kies und Sand von nach der Achse zu abnehmender Korngröße gefüllt. In der Achse des Zylinders und damit des Filters steht das Saugrohr der Pumpe.

## § 15. Quellfassungen.

Die sehr wichtigen Vorarbeiten umfassen:

1. Eine möglichst genaue geologische Untersuchung des Quellgebiets. Sie ergibt das hydrographische Einzugsgebiet der Quelle im Gegensatz zu ihrem orographischen, siehe (26) I, S. 396 und (27).

2. Möglichst mehrjährige, genaue und zahlreiche Mengen- und Temperaturmessungen, insbesondere in sehr trockenen Perioden.

— 3. Mehrfache chemische, bakteriologische und biologische Wasseruntersuchungen; Beobachtungen, ob nach Regenfällen Trübungen eintreten.

Über die Entstehung der Quellen vgl. Haas, Die Quellen und (24), (25), (26) sowie Auscher, l'art de découvrir les sources et de les capter. Paris 1905.

Die Ergiebigkeit der Quellen ist abhängig:

1. vom hydrographischen Einzugsgebiet ( $F$  qkm),
2. von der jährlichen Regenhöhe ( $h$  mm),
3. von der Durchlässigkeit und Wasserkapazität der Gesteine, den Einflüssen der Wetterlage, des Klimas, der Jahreszeiten usw. Diese Wirkungen werden ausgedrückt durch einen Koeffizienten  $k$ , dessen Wert etwa zwischen 0,001 und 0,01 schwankt. Man erhält demnach als mittlere Wasserzuführung einer Quelle in Sekundenlitern:

$$Q = k \cdot F \cdot h.$$

Für mittlere deutsche Verhältnisse erhält man also mit  $k = 0,001$ ,  $F = 1$ ,  $h = 700$  als sekundliche Quellenergiebigkeit pro Quadratkilometer  $Q = 0,7$  l.

Die Nachhaltigkeit einer Quelle ist wesentlich abhängig von der Mächtigkeit des wasserdurchlassenden Einzugsgebiets. Quellen mit wenig mächtigem oder stark zerklüftetem Einzugsgebiet „gehen mit dem Regen“. Die Schwankungen in der Ergiebigkeit der Quellen sind zum Teil außerordentlich groß. Im Buntsandstein kann sich das Minimum zum Maximum verhalten wie 1 : 7, im Jura wie 1 : 20 und mehr. Eine Quelle bei Auerbach schwankte 1881 innerhalb 4 Monaten im Verhältnis 1 : 61. Dabei fällt das Minimum der Quellergiebigkeit

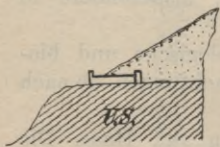


Fig. 31.

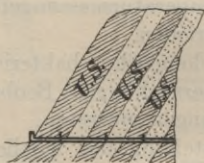


Fig. 32.

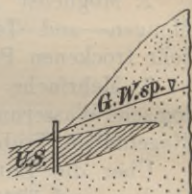


Fig. 33.

bei uns meist in den späten Sommer, also nahezu mit dem Maximum des Verbrauchs zusammen.

Oftmals ist eine Vermehrung der natürlichen Quellergiebigkeit erwünscht. Diese kann gelingen in folgenden Fällen:

1. an Schichtgrenzen durch Anlage von Sammelgalerien auf der Schichtgrenze (Baden-Baden, Fig. 31), (26) I, S. 400;

2. an Hängen, wo durchlässige und undurchlässige Schichten in steiler Lagerung miteinander abwechseln, durch Stollenanlagen mit Verschlüssen (Wiesbaden und Aachen, Fig. 32), (26) I, S. 361;

3. an Talhängen durch Erbohrung artesischer Brunnen durch undurchlässige, wie in Fig. 33 auskeilende Schichten.

Alle derartigen Arbeiten sind mit größter Vorsicht zu betreiben, geradezu gefährlich aber sind Eingriffe, mittels deren manchmal schon zur Steigerung der Ergiebigkeit die Veränderung der Ausflußöffnung und -höhe einer Quelle versucht wurde. Da die aus einem Rohr fließende Wassermenge proportional der  $5/2$ ten Potenz des Rohrdurchmessers ist, so erhält man bei Verdopplung des Durchmessers die 5,7fache Auslaufmenge, was wohl anfänglich befriedigt, aber zu rascher Erschöpfung des Quellreservoirs führt.

In Beziehung auf die technische Gestaltung einer Quellfassung kann man unterscheiden Quellen an Steilabfällen, an Hängen und auf ebenem Boden. Für alle Arten von Fassungen gelten die nachstehenden Regeln:

1. Die Abdeckung der Quellen muß so erfolgen, daß Infiltrationen höchstens nach Durchdringung einer größeren Erdschicht in die Quelle gelangen können.

2. Die Schwankungen der Lufttemperatur sollen sich in der Quelle möglichst wenig bemerkbar machen, dabei soll die Quelle recht ausgiebig gelüftet sein.

3. Die Quellstube soll einfach, aber zugänglich und bequem zu unterhalten sein.

4. Böswillige oder fahrlässige Verunreinigungen von außen müssen unmöglich sein.

5. Entnahmerohr, meist mit Seiher, Überlauf und Leerlauf, ev. Anordnung eines Wassermessüberfalls sind vorzusehen. Hängen mehrere Quellen an einem Strang, so müssen sie einzeln ausschaltbar sein.

6. Bei sandführendem Wasser ist, wenn möglich, vor dem Einfluß des Wassers in die Quellstube eine Sand Sperre und in der Quellstube ein Ablagerungsraum anzuordnen.

Fig. 34 zeigt die einfachste Fassungsart für eine in ebenem Gelände entspringende sogenannte Sprudelquelle. Sie besteht

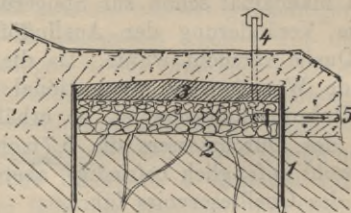


Fig. 34.

aus einer Spundwand (1), einer Ausfüllung des Quellkessels mit groben Steinen (2), einer Überdeckung mit Ton (3), der Lüftung (4) und dem Entnahmerohr (5).

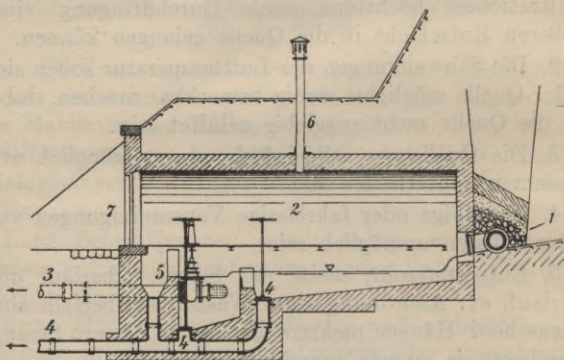


Fig. 35.

Fig. 35 zeigt eine größere allen Ansprüchen entsprechende Fassung einer Hangquelle mit Sickerschlitz. Es bedeuten 1 eine Sand- und Lettensperre zur Abhaltung von Sand bzw.

Oberflächenwasser, 2 die Quellstube, 3 Entnahmerohr mit Seiher, 4 Leerlauf, 5 Überlaufschwelle, 6 Lüftung, 7 Zugang.

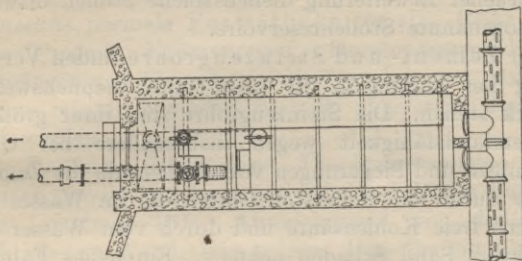


Fig. 35 a.

—Literatur zu Kapitel II: 1, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 33, 36, 37, 41, 42, 47, 48.

## Kapitel III.

### Leitung des Wassers.

#### § 16. Anlagen zur Leitung des Wassers.

1. Als Leitungsmittel des Wassers kommen in Betracht:

a) Offene Gerinne in Mauerwerk, Beton, Eisenbeton, Eisen oder Holz. Doch werden sie nur selten für Trinkwasser, meist nur für Kraft- und Bewässerungswasser verwendet.

b) Stollen. Werden sie im Fels ausgesprengt, so erhalten sie meist, bei durchlässigem Gestein immer, gemauerte oder betonierte Wandungen und Sohlen. Bei

nachgebendem Gebirge muß eine vollständige druckfeste Ausmauerung erfolgen. Bei genügender Länge und eventueller Erweiterung dienen solche Stollen bisweilen als sogenannte Stollenreservoirs.

c) Zement- und Steinzeugrohre finden Verwendung bei Leitungen, die nicht unter nennenswertem Druck stehen. Die Steinzeugrohre sind ihrer größeren Widerstandsfähigkeit wegen insbesondere bei Quellfassungen und Sickerungen vorzuziehen, da die Zementrohre durch den Sauerstoff, durch die im Wasser enthaltene freie Kohlensäure und durch vom Wasser mitgeführten Sand Schaden nehmen. Ein neues Fabrikat stellen die aus Zementbrei mit Asbestzusatz hergestellten sogenannten Schleuderrohre der Deutschen Schleuderrohrenwerke in Meißen dar, welche ev. auch mit Streckmetalleinlage versehen werden.

d) Hölzerne Leitungsrohre werden in moderner Ausführung neuerdings in Amerika verwendet.

e) Eiserne Rohre werden mit Muffen oder Flanschen in Gußeisen und Schmiedeeisen verwendet, geschweißt, genietet oder nach dem Mannesmannverfahren hergestellt. Für Hauszuleitungen und Hausleitungen kommen noch in Betracht sogenannte galvanisierte Röhren, d. h. verzinkte schmiedeeiserne Rohre. Die Bleirohre kommen wegen der möglichen Bleivergiftungen seltener mehr vor.

Die am meisten verwendeten gußeisernen Rohre werden in Durchmessern von 25—1200 mm nach bestimmten Normen hergestellt. Tabellen hierüber finden sich in jedem Ingenieurkalender. Sie sind normal auf 20 Atmosphären Druck geprüft und gestatten Betriebsdrücke von 10 Atm. Wegen etwaiger Wasserstöße läßt man jedoch rechnermäßig nicht mehr als 8 Atm. zu.



Bei höheren Drücken muß die Wandstärke vergrößert werden. Die Baulängen der geraden Rohre betragen 3 und 4 m. Neben den geraden Stücken sind vorhanden sogenannte normale Formstücke für eine Reihe von Abzweigungen, Krümmungen, Durchmesserwechseln, Übergängen von Flansch- auf Muffenrohre usw. Andere Formen müssen besonders bestellt, angefertigt und bezahlt werden.

2. Prüfung der Rohre. Die Rohre müssen vollkommen gerade und kreisrund sein und dürfen nur geringe (maximal 10%) Abweichungen von der vorgeschriebenen Wandstärke zeigen. Dasselbe gilt für die Maße der Muffen- und Schwanzenden. Stücke mit Gußfehlern sind zurückzuweisen. Die Rohre werden in heißem Zustand mit einem Rostschutzmittel, meist Asphaltteer, dicht und gleichmäßig überzogen. Über das zulässige Mehr- und Mindergewicht gegenüber der Norm (meist maximal 3%) sind besondere Vorschriften zu vereinbaren. Unmittelbar vor der Verwendung wird vielfach jedes einzelne Rohr nochmals in einer Wasserdruknpresse geprüft, zusammenhängende fertig verlegte Leitungstücke werden regelmäßig geprüft.

Prüfung des einzelnen Rohrs:

1. Einsetzen des Rohrs in die Presse.
2. Wasserfüllung, bis alle Luft aus dem Rohr entwichen.
3. Pressung auf 20 ev. mehr Atmosphären.
4. Absuchen nach Schweißstellen am Rohr, Bezeichnung derselben.
5. Wenn Rohr dicht, Reduktion des Drucks auf 4—5 Atm.
6. Abhämmern der Rohre zum Nachweis von Sprüngen.
7. Bezeichnung der guten und schlechten Rohre, Entfernung der letzteren vom Lagerplatz innerhalb 24 Stunden.

Prüfung zusammenhängender Strecken (vor dem Eindecken):

1. Abschließen der Leitung an beiden Enden. Peinlich genaues Absprießen, besonders an Krümmungen.
  2. Vollständiges Füllen der Leitung, bis das Wasser am oberen Ende ruhig, ohne Stöße abläuft; dann ist alle Luft aus der Leitung entwichen.
  3. Abpressen vom oberen Ende der Leitung aus mit dem vorgeschriebenen Druck, welcher dem Betriebsdruck entsprechen muß.
  4. Nachsehen und Abtasten aller Dichtungen. Der Druck soll in 10—15 Minuten höchstens um 1—2 Atm. zurückgehen, dann aber konstant bleiben.
- Diese Arbeiten sind mit großer Strenge durchzuführen.

### 3. Vergleich von Guß- und Schmiedeeisenrohren.

a) Gußeiserne Rohre. Als Vorteile sind zu nennen: Große Widerstandsfähigkeit gegen die Einflüsse des Bodens; handliche Baulängen besonders für gekrümmte Straßen; leichtes Ausbessern, Ansetzen neuer Abzweige und Anbohren unter Druck. Ihre Nachteile sind: Geringere Zugfestigkeit und damit größere Bruchgefahr, wegen der kurzen Baulängen mehr undichte Verbindungsstellen. In beweglichem Boden (Bergbau) sind sie höchstens bei Anwendung beweglicher Muffenverbindungen verwendbar.

b) Schmiedeeisenrohre. Ihre Vorteile sind: Große Zähigkeit und Zugfestigkeit, daher größte Sicherheit gegen Brüche, namentlich in beweglichem Boden und bei starken Wasserstößen. Baulängen bis ca. 45 m; Durchmesser bis 3000 mm. Geringeres Gewicht, daher auch geringere Transportkosten, besonders bei abgelegenen Baustellen. Als Nachteile sind zu bezeichnen: Änderungen an bestehenden Leitungen sind schwieriger auszuführen, die Herstellung der Formstücke ist komplizierter als beim Gußeisen.

Über die Haltbarkeit der Schmiedeeisenrohre im Boden

liegen langjährige Erfahrungen nicht vor, doch dürften die namentlich früher vielfach gehegten Befürchtungen stark übertrieben sein, besonders wenn der fest haftende Hammerschlag der Bleche nicht entfernt, sondern durch Teerung noch geschützt wird.

Bei Mannesmannrohren müssen Mängel des Juteüberzugs während des Verlegens peinlich genau ausgebessert werden. Die Erhaltung der Jutierung macht beim Transport und Verlegen viele Mühe.

Zu Vorstehendem vgl. (26) II, S. 54 ff.

### § 17. Berechnung der Leitungen.

Es sollen bedeuten:

$Q$  in cbm/Sek. die in einer Leitung fließende Wassermenge,

$U$  in Metern den benetzten Umfang des Profils,

$F$  in Quadratmetern den wasserbenetzten Querschnitt des Profils,

$P = F : U$  in Metern den sogenannten mittleren Profilradius,

$v = Q : F$  in Metern die mittlere Geschwindigkeit im Profil,  
 $\alpha$  das Wasserspiegelgefälle pro Längeneinheit infolge der Reibung des Wassers an den Gerinnewandungen.

$k$  einen Koeffizienten, welcher den Rauheitsgrad des Profils berücksichtigt,

so gelten sowohl für offene Gerinne als für geschlossene Leitungen die beiden Fundamentalgleichungen:

$$(1) \quad v = k \sqrt{\frac{F}{U} \cdot \alpha} = k \sqrt{P \cdot \alpha} \quad \text{oder} \quad \alpha = \frac{v^2}{k^2 \cdot P}$$

und

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} Q = v \cdot F = k \cdot F \sqrt{P \cdot \alpha} = k \sqrt{\frac{F^3}{U} \cdot \alpha} \quad \text{oder} \\ \alpha = \frac{Q^2}{k^2 \cdot F^2 \cdot P}, \end{array} \right.$$

worin nach Kutter und Ganguillet

$$(3) \quad k = \frac{100 \cdot \sqrt{P}}{m + \sqrt{P}}.$$

Tabelle zur Berechnung von Kreis

Kreis						
D mm	m = 0,25		m = 0,35		D mm	m = λ
	λ	x	λ	x		
1	2	3	4	5	6	7
40	0,007944	77578	0,013131	128232	400	0,002079
50	0,006791	21731	0,011063	35402	425	0,002025
60	0,005998	7713	0,009651	12411	450	0,001975
70	0,005412	3220	0,008619	5128	475	0,001931
80	0,004967	1516	0,007830	2390	500	0,001890
90	0,004611	781	0,007205	1220	550	0,001818
100	0,004320	432,00	0,006696	670,00	600	0,001756
125	0,003762	123,27	0,005759	188,71	650	0,001702
150	0,003404	44,83	0,005111	67,31	700	0,001655
175	0,003124	19,03	0,004633	28,23	800	0,001576
200	0,002909	9,091	0,004267	13,334	900	0,001512
225	0,002736	4,745	0,003974	6,891	1000	0,001459
250	0,002594	2,656	0,003735	3,825	1100	0,001414
275	0,002473	1,572	0,003534	2,247	1200	0,001375
300	0,002373	0,976	0,003365	1,385	1300	0,001342
325	0,002288	0,631	0,003222	0,889	1400	0,001310
350	0,002208	0,420	0,003091	0,589	1500	0,001286
375	0,002140	0,289	0,002978	0,402	1600	0,001258

profilen und normalen Eiprofilen.

profile.			Normale Eiprofile		
0,25	m = 0,35		H : B cm	m = 0,35	
x	λ	x		μ	y
8	9	10	11	12	13
0,2030	0,002878	0,2811	60 : 40	0,008181	0,1052
0,1460	0,002789	0,2011	75 : 50	0,007328	0,0309
0,1070	0,002708	0,1468	90 : 60	0,006722	0,0114
0,0799	0,002635	0,1090	105 : 70	0,006298	0,0049
0,0605	0,002568	0,0822	120 : 80	0,005958	0,0023
0,0361	0,002450	0,0487	135 : 90	0,005647	0,0013
0,0226	0,002350	0,0302	150 : 100	0,005412	0,00071
0,0147	0,002263	0,0195	180 : 120	0,005038	0,00027
0,0098	0,002187	0,0130	210 : 140	0,004773	0,000117
0,0048	0,002061	0,0063	240 : 160	0,004566	0,000057
0,0026	0,001958	0,0033	270 : 180	0,004384	0,000031
0,0014	0,001874	0,0019	300 : 200	0,004238	0,000017
0,00088	0,001803	0,0011			
0,00055	0,001742	0,00070			
0,00036	0,001689	0,00045			
0,00024	0,001643	0,00031			
0,000169	0,001601	0,000211			
0,000120	0,001558	0,000149			

Für das gefüllte Kreisprofil vom Halbmesser  $R$  erhält man mit  $F = R^2 \cdot \pi$

$$U = 2 \cdot R \cdot \pi \text{ und } P = \frac{R}{2}$$

$$(4) \quad Q = 2,221 \cdot k \cdot \sqrt{R^5 \cdot \alpha},$$

$$5. \quad v = 0,707 \cdot k \cdot \sqrt{R \cdot \alpha},$$

$$(6) \quad \alpha = \frac{64}{k^2 \cdot \pi^2} \cdot \frac{Q^2}{D^5} = \lambda \cdot \frac{Q^2}{D^5}.$$

Der Wert von  $v$  gilt auch für halbgefüllte Kreisprofile. Für das normale Eiprofil erhält man mit  $R = B/2$  (Fig. 36):

a) bei ganzer Füllung

$$(7) \quad v = 0,761 \cdot k \cdot \sqrt{R \cdot \alpha},$$

$$(8) \quad Q = 3,496 \cdot k \cdot \sqrt{R^5 \cdot \alpha};$$

b) bei Kämpferfüllung

$$(9) \quad v = 0,795 \cdot k \cdot \sqrt{R \cdot \alpha},$$

$$(10) \quad Q = 2,400 \cdot k \cdot \sqrt{R^5 \cdot \alpha}.$$

Aus Gleichung (8) folgt mit  $R = H : 3$ :

$$(11) \quad \alpha = \frac{19,882}{k^2} \cdot \frac{Q^2}{H^5} = \mu \cdot \frac{Q^2}{H^5}.$$

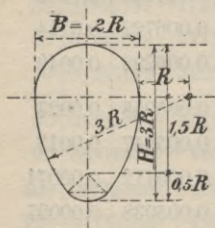


Fig. 36.

Der Koeffizient  $m$  in Gleichung (3) kann bei eisernen Wasserleitungsrohren zu 0,25 angenommen werden. Bei Zement- und gemauerten Kanälen dürfte sich die Wahl von  $m = 0,35$  empfehlen, vgl. (45) S. 19ff. Eingehende Tabellen zur Rechnung mittels der „kleinen“ Kutterschen Formel (3) finden sich in (45) S. 26—38 sowie in (26) und (11).

Der Druckhöhenverlust  $h$  auf einer Strecke  $L$  ergibt sich allgemein zu

$$(12) \quad h = \alpha \cdot L.$$

Damit erhält man aus Gleichung (6) und (11) die Werte:

$$(13) \quad h = \lambda \cdot \frac{Q^2}{D^5} \cdot L, \quad h = \mu \cdot \frac{Q^2}{H^5} \cdot L$$

oder mit  $x = \lambda : D^5$  bzw.  $y = \mu : H^5$

$$(14) \quad h = x \cdot Q^2 \cdot L, \quad h = y \cdot Q^2 \cdot L.$$

Alle Gleichungen sind selbstverständlich auf Metermaß be-

zogen. In der folgenden Tabelle sind zur Erleichterung der Rechnung für das Kreisprofil die Werte  $\lambda$  und  $x$  für  $m = 0,25$  und  $m = 0,35$ , für das normale Eiprofil die Werte  $\mu$  und  $y$  für  $m = 0,35$  angegeben.

Beispiel 1. Wie groß ist der Druckverlust in einer kreisförmigen Leitung von  $L = 1200$  m Länge bei  $D = 500$  mm und  $Q = 120$  l pro Sekunde Durchflußmenge, wenn  $m = 0,25$  angenommen wird? Man erhält

$$h = 0,0605 \cdot 0,12^2 \cdot 1200 = 1,04 \text{ m.}$$

Beispiel 2. Wie groß ist  $Q$  für  $\alpha = 0,01$  bei  $D = 250$  und  $m = 0,25$ . Man erhält

$$Q = \sqrt{\frac{h}{x \cdot L}} = \sqrt{\frac{0,01}{2,656}} = 0,061 \text{ cbm/Sek. oder 61 sl.}$$

Gibt eine Leitung an verschiedenen Stellen Wasser ab, so erhält man den Druckverlust auf den einzelnen Strecken

$l_1, l_2, l_3 \dots$  durch wiederholte Anwendung der Gleichungen (6) und (12). Ist  $l_1 = l_2 = l_3 = \dots = l$  ebenso  $q_1 = q_2 = q_3 = \dots = q$  und die Anzahl der Strecken sehr groß, soll

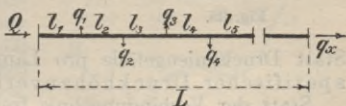


Fig. 37.

ferner am Ende der Leitung noch die Menge  $q_x$  abgegeben werden, so erhält man mit den Bezeichnungen der Fig. 37 den Gesamtdruckverlust:

$$(15) \quad H = \frac{\lambda \cdot L}{D^5} \cdot \left[ \frac{Q^2}{3} + Q \cdot q_x + q_x^2 \right],$$

welcher Ausdruck mit  $q_x = 0$  übergeht in

$$(16) \quad H = \frac{\lambda \cdot Q^2 \cdot L}{3 \cdot D^5}.$$

Diese Gleichungen können zur Berechnung städtischer Rohrnetze verwendet werden. Wie man sieht, ist  $h$  in Gleichung (13) dreimal so groß als  $H$  in Gleichung (16).

## § 18. Die Drucklinie.

In offenen Gerinnen sind die Wasserspiegel frei und ohne weiteres meßbar. In geschlossenen, unter Druck befindlichen Leitungen sind die Spiegel verhindert, die dem jeweils herr-

schenden Druck entsprechende Lage einzunehmen. Man erkennt diese Lage, wenn man sich auf der geschlossenen Rohrleitung vertikale Röhrrchen (sogenannte Piezometerröhrrchen) aufgesetzt denkt, in welchen der Wasserspiegel sich dem an der betreffenden Stelle wirkenden hydraulischen Druck entsprechend frei einstellen kann. (Durch die aufgesetzten Röhrrchen wird an den Gleichgewichtsverhältnissen offenbar nichts geändert.)

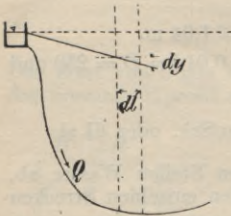


Fig. 38.

Man nennt die Verbindungslinie der einzelnen Piezometerwasserstände die Drucklinie einer Leitung für bestimmte Werte von  $Q$ ,  $D$ ,  $\alpha$ ,  $v$  und spricht vom Druckliniengefälle. Dieses ist (vgl. Fig. 38) definiert durch die Gleichung:

$$\alpha = \frac{dy}{dz} = 1 : \frac{dz}{dy}.$$

Statt Druckliniengefälle pro Längeneinheit sagt man auch spezifischer Druckhöhenverlust.

Statt der Verbindungslinie freier Spiegel, wie sie in den oben offenen Piezometerröhrrchen erscheinen, kann man auch

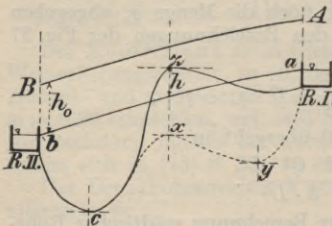


Fig. 39.

eine Drucklinie konstruieren, welche parallel zu der ersteren bei oben geschlossenen Röhrrchen um die der Atmosphärenpressung  $P_0$  entsprechende Wasserdruckhöhe

$$h_0 = \frac{P_0}{\gamma} = \frac{10\,333}{1000} = 10,333 \text{ m}$$

höher verläuft, wenn  $\gamma$  das spezifische Gewicht des Wassers ist (vgl. Fig. 39).

Aus der Verzeichnung der beiden parallelen Drucklinien (Fig. 39) gewinnt man ein Urteil über alle Längenprofile, welche Leitungen erhalten können.

Ist  $p$  der an bestimmter Stelle einer Leitung herrschende Druck, so kann man sagen: Leitungsstücke zwischen den beiden Drucklinien  $ab$  und  $AB$  stehen unter einem Druck

kleiner als dem Atmosphärendruck ( $p < P_0$  aber  $p > 0$ : Saug- oder Heberleitung); Leitungsstücke unterhalb von  $a-b$  stehen unter einem Druck größer als der Atmosphärendruck ( $p > P_0$ ) und für eine, in der Linie  $ab$  verlaufende Leitung zwischen den Reservoirs I und II ist der Druck gleich dem Atmosphärendruck ( $p = P_0$ , Leitung mit freiem Spiegel).

In der oberhalb von  $ab$  verlaufenden Leitung  $bcza$  (Fig. 39) wird theoretisch unter Zuhilfenahme einer Entlüftung bei  $z$  so lange Wasser fließen können, als noch  $h < 10,33$  m ist. Praktisch wird jedoch unter Einschluß der Druckverluste durch Reibung niemals  $h = 8,0-8,5$  m überschritten, beim Entwurf geht man nicht leicht über  $5,5-6$  m hinaus.

Eine unter der Atmosphärendrucklinie verlaufende Leitung  $ayxc b$  (Fig. 39) darf dagegen theoretisch jedes beliebige Längenprofil haben, praktisch müssen jedoch alle Hochpunkte  $x$  mit Entlüftungsvorrichtungen und alle Tiefpunkte  $y, c$  mit Entleerungsvorrichtungen versehen sein.

Bei Druckleitungen zwischen einer Pumpe und einem Hochbehälter (Fig. 40) bestimmt sich der Druckverlust  $h$  auf der ganzen Leitung lediglich aus dem Druckverlust  $\alpha$ , vgl. Gleichung (6) des § 17, und der Leitungslänge  $L$ , vgl. Gleichung (12) desselben Paragraphen.

Würde unter Beibehaltung der Wassermenge  $Q$  und des Durchmessers  $D$  die Leitung in die Lage  $5-3-2-1$  kommen, so bliebe die Strecke  $2-1$  der Drucklinie erhalten,  $0-2$  würde teilweise in die Tangentenlage  $4-3$  parallel verschoben und auf der Strecke  $3-2$  wäre die Leitung nicht vollkommen mit Wasser gefüllt, es entstünde die Drucklinie  $4-3-2-1$ .

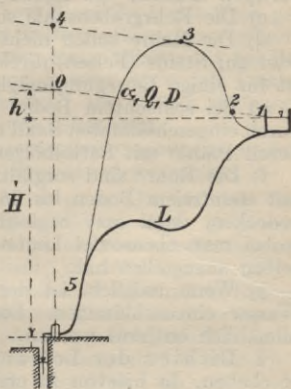


Fig. 40.



## § 19. Bau und Unterhaltung der Rohrleitungen.

1. Verlegen von Leitungen. Bei dieser Arbeit sollen nachstehende Forderungen erfüllt sein:

a) Die Leitungen sind von tieferen nach höheren Punkten zu verlegen.

b) Die Überdeckung der Rohre schwankt zwischen 1,25 und 2,5 m, sie sollte 1,5 m nicht unterschreiten, bei Vorkommen von Grundwasser wird man die Rohre ev. flacher verlegen müssen, vgl. hierzu Punkt 3 dieses Paragraphen.

c) Die Rohrgrabensohle soll möglichst eben sein.

d) Die Rohre sollen nicht auf etwa vorhandene Mauern oder auf Steine (Felsen) direkt aufgelegt werden, sondern es ist für einige Bewegungsmöglichkeit zu sorgen.

e) Bei schlechtem Boden befestigt man die Grabensohle durch eingeschlammten Sand oder Kies, ev. durch Beton oder durch Pfähle mit Sattelhölzern.

f) Die Rohre sind sorgfältig zu unter- und umfüllen und mit steinfreiem Boden bis 25 cm über dem Rohrscheitel zu bedecken, dann erst beginnt man mit dem Einstampfen, wobei man ebensoviel Leute im Graben als außerhalb desselben anzustellen hat.

g) Wenn möglich, ist der Boden beim Einfüllen durch Wasser einzuschlämmen. Die Grabenaussteifung darf nur allmählich entfernt werden.

2. Dichten der Leitungen. Es muß sehr sorgfältig geschehen, da hiervon in erster Linie die Vermeidung von Wasserverlusten abhängig ist.

a) Gußeiserne Muffenrohre. Nach dem Ineinandestecken der Rohre wird bis in die Hälfte der Muffenlänge eine Lage geteerten Hanfstricks eingestemmt. Darauf wird die Muffe in einem Guß mit Blei ausgefüllt, dieses nach dem Erkalten mit dem Stemmeisen bis zur Unnachgiebigkeit angetrieben und zuletzt seine Oberfläche abgeglichen. Bei nasser Baugrube ist große Vorsicht erforderlich. Besonders bei Saug- und Heberleitungen wird die Dichtung vielfach durch Gummiringe aus bestem Paragummi bewirkt. Die Ringe werden auf das Schwanzende des einen Rohrs aufgezogen und dieses in die Muffe des anderen Rohres eingeschoben. Diese Methode empfiehlt sich besonders für provisorische Anlagen (Versuchsbrunnen § 8).

b) Gußeiserne Flanschrohre. Zwischen die Flanschen werden Flachringe aus Blei (ca. 6 mm stark) oder aus Gummi eingelegt.

c) Schmiedeeiserne Rohre. Die Dichtung unterscheidet sich nicht wesentlich von derjenigen der gußeisernen Rohre.

Bei hohen Drücken und sonstigen besonderen Fällen stehen heute eine große Anzahl von Spezialkonstruktionen für die Verbindung von Rohren zur Verfügung.

d) Steinzeugrohre. Wie bei den eisernen Muffenrohren wird eine Lage Teerstricke eingebracht und der Rest der Muffe bei untergeordneten Ausführungen (ohne Wasserdruck) mit Letten oder Ton, ev. im Verhältnis 2 : 1 mit Teer gemischt, bei besserer Arbeit mit heißem, flüssigem Asphaltkitt, der auch nach dem Erstarren einige Elastizität behält, aufgefüllt. Bei der Lettenfüllung kommt über den Letten noch ein Wulst aus Zementmörtel. Die früher üblichere Zementausfüllung besitzt zu wenig Elastizität.

e) Zementrohre. Die Rohre werden zusammengestoßen und die Dichtung durch einen Zementwulst bewirkt.

3. Wärmeschutz der Leitungen. Durch das Gefrieren des Wassers in Leitungen können diese gesprengt werden. Das sicherste Gegenmittel ist Entleerung oder dauerndes Auslaufenlassen aller kleinen Wassermengen. Offenliegende Leitungen werden mit Strohseilen oder mit in Kieselgur getränkten Jutebändern umwunden, oder man verwendet Isoliermull mit Kieselgur, die in einer oder mehreren Schichten um das Rohr gelegt wird. Über die Schutzmittel kommt vielfach eine Hülle aus Tuch, Blech oder Holz.

Im Erdreich sind am ehesten die Endstrecken mit geringer Wasserbewegung gefährdet. Bei flachliegenden Strecken verwendet man am besten Asche oder Schlacke als Umhüllung. Bewährt hat sich auch folgende Anordnung: Auf das Rohr kommt eine Lage Stroh, Späne oder Lohe, darüber faustgroße Stücke ungelöschten Kalks und darauf schließlich wieder ein schlechter Wärmeleiter. Bei Einhaltung der normalen Rohrdeckung von 1,5 m wird man kaum jemals zu besonderen Wärmeschutzmitteln greifen müssen, am ehesten bei Hauptzuleitungen oder bei in kalten Räumen offen verlegten Leitungen.

In heißen Klimaten kann tiefe Lage der Leitungen gegen zu starke Erwärmung des Wassers in Frage kommen.

4. Die Kosten der Rohrleitungen setzen sich zusammen aus:

1. dem Einkaufspreis ab Werk,
2. den Transportkosten bis zur Baustelle,
3. den Prüfungskosten,
4. den Verlegungskosten einschließlich des Verbrauchs an Strick, Blei, Brennmaterial, Ton und des Bruchverlusts,
5. den Kosten der Erdarbeit einschließlich der Verschalung,
6. den Wiederherstellungskosten der Grabenoberfläche,
7. dem Bruttogewinn des Unternehmens.

Man kann heute für Schätzungen etwa folgende Preise pro laufenden Meter (ohne Schieber usw.) fertig verlegter Leitung annehmen:

$$D = 40 \quad 60 \quad 80 \quad 90 \quad 100 \quad 125 \quad 150 \quad 175 \quad 200 \text{ mm}$$

$$K = 4,6 \quad 5,3 \quad 5,9 \quad 6,7 \quad 6,9 \quad 8,1 \quad 9,7 \quad 10,9 \quad 12,5 \text{ Mk.}$$

$$D = 225 \quad 250 \quad 275 \quad 300 \quad 325 \quad 350 \quad 375 \quad 400 \text{ mm}$$

$$K = 14,8 \quad 16,9 \quad 18,4 \quad 20,1 \quad 22,3 \quad 24,1 \quad 25,9 \quad 28,7 \text{ Mk.}$$

Diese Zahlen gelten einschließlich 3 qm Absteifung à 0,40 Mk. pro laufenden Meter Leitung, aber für mittleren Boden ohne Felsausbruch und ohne Wiederherstellung von Weg- oder Straßenoberfläche. Für letztere Arbeit sind zu rechnen pro laufenden Meter Leitung bis  $D = 150$  mm 0,7, bis  $D = 225$  mm 0,8, bis  $D = 300$  mm 0,9, bis  $D = 350$  mm 1,0, bis  $D = 450$  mm 1,1 qm Fläche pro laufenden Meter Leitung. 1 qm wiederherzustellen kostet bei geschottertem Feldweg 0,25 Mk., bei Pflasterstraßen 0,5—1,25 Mk.

5. Kosten mehrerer Leitungen statt einer. Man kann die Kosten einer Rohrleitung pro laufenden Meter setzen

$$K = m \cdot D,$$

für die Wassermenge  $Q$  ist

$$D = \sqrt[5]{\frac{\lambda \cdot Q^2}{\alpha}}.$$

Verlegt man statt einer Leitung  $n$  Leitungen mit je dem  $n$ ten Teil der Fördermenge der einen, so ist entsprechend

$$D_n = \sqrt[5]{\frac{\lambda}{\alpha} \cdot \left(\frac{Q}{n}\right)^2} = D \cdot \sqrt[5]{\left(\frac{1}{n}\right)^2},$$

die Kosten sind

$$K_n = n \cdot m \cdot D_n = n \cdot m \cdot \sqrt[5]{\left(\frac{1}{n}\right)^2} \cdot D,$$

woraus für

$$n = 2, \quad D_n = 0,75 \cdot D, \quad K_n = 1,5 \cdot m \cdot D,$$

$$n = 3, \quad D_n = 0,64 \cdot D, \quad K_n = 1,9 \cdot m \cdot D.$$

Will man der größeren Sicherheit halber oder aus einem anderen Grunde einmal statt einer zwei Leitungen verlegen, so sollte man sie gegen die Folgen von Unterspülung bei Rohrbrüchen reichlich weit auseinander legen.

6. Reinigung der Rohre. Die Rohre werden verunreinigt durch Sand, Schlammteilchen und durch Ausscheidungen von Kalk, Eisen und Mangan, welche zum Teil das Wasser auch trüben und verfärben können. Hiergegen spült man die Rohre und reinigt sie mit der Bürste. Kalk und Eisenablagerungen haften jedoch als feste Inkrustationen (vgl. hierüber [26] I, S. 100 und 107) in den Rohren. Sie können, wenn nicht rechtzeitig eingegriffen wird, namentlich bei kleineren Durchmessern den Querschnitt aufs äußerste beschränken. Ihre Entfernung geschieht durch mit Messern und Schneiden versehene Apparate, welche man mittels Wasserdrucks durch die Leitungen hindurchtreibt (s. Techn. Gemeindeblatt 1906, S. 38).

Über die zerstörende Wirkung der freien Kohlensäure und des Sauerstoffs vgl. § 4, 7 und Ga 1909, S. 822, über den Einfluß elektrolytischer Vorgänge im Boden, der sogenannten vagabundierenden Ströme, vgl. (11) S. 368 und Ga 1895, S. 757.

Der Teergeschmack, den das Wasser aus neuen Leitungen einige Wochen lang aufweist, ist unbedenklich, der Teer hat im Gegenteil eine gewisse desinfizierende Wirkung gegenüber etwa in den Rohrleitungen lagernden Bakterien.

## § 20. Ausstattung der Leitungen.

1. Schieber dienen zum zeitweiligen Absperren der Leitungen, sie werden für bis zu 75 Atmosphären Betriebsdruck (150 Atm. Probedruck) und von 40—1200 mm Durchgangswerte hergestellt. Zur Entlastung des den Verschluß bildenden Keils erhalten sie bei höheren Drücken Umlauf-

leitungen. Der Schieberhorizontalschnitt ist oval oder kreisrund. Öffnen und Schließen muß stoßfrei erfolgen und geschieht durch Spindelgetriebe, eventuell mit Vorgelege, in neuester Zeit bei ganz großen Ausführungen auch mittels Preßkolbens und Druckwassers. Für die Abmessungen der Schieber vgl. die Ingenieurkalender und die Kataloge der Spezialfirmen.

In Ortsrohrnetzen ist es am bequemsten, wenn jedes Straßenstück für sich abgesperrt werden kann. In langen Leitungen ohne Abzweige baut man etwa alle 500 m Schieber ein.

2. Hydranten geben für zwei Strahlrohre 5—15 sl Wasser. Sie liegen meist unter der Straßenoberfläche, werden aber, wo der Verkehr dadurch nicht gestört wird, oft gerne als Überflurhydranten ausgeführt. Im ersteren Fall erfolgt der Anschluß von Schläuchen mittels Standrohrs, im letzteren Fall direkt. In den Ortsstraßen stellt man die Hydranten in Entfernungen von 50—100 m oder besser von 50—70 m, möglichst außerhalb des Wagenverkehrs auf. Auch in den Scheitelpunkten von Leitungen finden sie sich zum Zweck zeitweiliger Entlüftung an Stelle von laufenden Brunnen oder Entlüftungsventilen.

3. Wassermesser erlauben die Kontrolle des Wasserverbrauchs und etwaiger Verluste. Sie finden Aufstellung in den Häusern, sowie als Bezirkswassermesser in den Straßen. Näheres siehe (26) II, S. 385, ferner Ga 1898, S. 260 und 382, 1899, S. 746 (Venturimesser), Z. 89, S. 273 (Wasserverlustanzeiger).

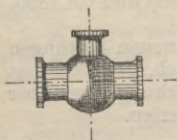


Fig. 41.

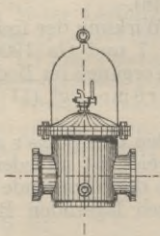


Fig. 42.

4. Teilkugeln und Teilkästen (Fig. 41 und 42), letztere meist in Schächten, verwendet man viel an Kreuzungsstellen von Leitungen, meist zusammen mit Schiebern. Oft versieht man sie mit Luftauslaßventilen und die Teilkästen mit Entleerung. Sie dienen dann zugleich als Schlammkästen besonders an den Tiefpunkten der Leitungen.

5. Entlüftungskästen mit Entlüftungsventilen (Fig. 42) werden meist in Schächten an den Hochpunkten der Leitungen angeordnet. Man verwendet automatische und von Hand zu bedienende Lüftungsventile. Letztere sind sicherer im Betrieb.

6. Streifkästen (Fig. 43) dienen zum Reinigen der Leitungen, insbesondere an deren Tiefpunkten.

7. Entlastungsventile werden gegen Überschreitung eines bestimmten höchsten Betriebsdrucks angewandt.

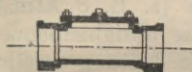


Fig. 43.

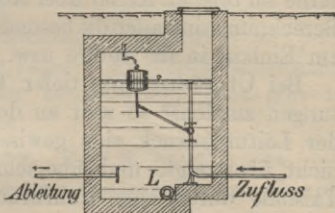


Fig. 44.

8. Rückschlagklappen können in lange ansteigenden Leitungen auf der Strecke, ferner hinter Druckwindkesseln und vor Hochbehältern Verwendung finden.

9. Druckregler (Fig. 44) sollen den Druck in einer Leitung auf bestimmter Höhe halten, durch Regulieren des freien Wasserspiegels in einem kleinen Behälter. Der Zulauf erfolgt in einem vertikalen Rohr und wird durch einen Schwimmerverschluß so reguliert, daß der Wasserspiegel eine bestimmte Höhe nicht überschreiten kann. Der Wasserabfluß geschieht auf der Sohle des Behälters durch einen Seiher. Überlauf und Leerlauf vervollständigen die Einrichtung.

## § 21. Überführungen und Unterführungen.

1. Rohrbrücken und Aquädukte. Alle Arten von Leitungen müssen bisweilen über Einschnitte, Eisenbahnen, Flüsse, Täler hinweggeleitet werden. Bei Druck- und Saugleitungen verlegt man die Rohre auf Rohrbrücken, wobei auf Wärmeschutz und Ausdehnungsmöglichkeit der Leitungen zu achten ist. Für die Entlüftung gibt man den Leitungen eine kleine Steigung

in der Fließrichtung. Bei Überfahung von Straßen und insbesondere Eisenbahnen ist eventuell durch Überrohre über der eigentlichen Leitung dafür zu sorgen, daß im Falle eines Rohrbruchs das Wasser gefahrlos ablaufen kann. Leitungen unter natürlichem Druck wurden früher gerne im offenen Kanal über Aquädukte geleitet. Bei der Berechnung sind auch die besonderen Druckhöhenverluste, am Einlauf in die Rohre usw., zu berücksichtigen.

Bei Überschreitung tiefer Täler führt man die Leitungen zunächst so weit an den Hängen herunter, daß der Leitungsdruck eine gewisse Größe (z. B. 8 Atm.) nicht übersteigt, und überschreitet die übrigbleibende Talsohle durch eine Rohrbrücke. Die Leitung erhält so die Form eines Siphons oder Dükers. Die Wasserleitung von St-Etienne (56 km lang) überschreitet auf diese Weise nicht weniger als 12 Täler. Zum Füllen der Düker führt man eine kleine Leitung nach dem tiefsten Punkt der Düker.

2. Flußunterführungen. Bei kleinen Bächen verwendet man normale Rohre und verlegt sie in einem Betonklotz oder einem von Beton umgebenen Holzkasten, oder man benützt unter der Flußsohle freiliegende Rohre mit kugelförmigen Enden (s. Katalog der Halberger Hütte). Bei größeren Ausführungen kann man den Strang in ganzer Länge schwimmend an Ort und Stelle bringen und durch Einlassen von Luft versenken, oder man läßt die einzelnen, möglichst langen, Rohre auf dem Grund des Flusses durch Taucher verbinden. Sehr oft kann man die ganze Leitung auf einem Gerüst über dem Fluß fertig montiert an Spindeln aufhängen und an ihnen in die ausgebagerte Baugrube vorsichtig hinablassen, vgl. (18). Die Oberkante der Rohre muß in allen Fällen tiefer liegen als die Flußsohle.

## § 22. Hauptleitungen und Ortsrohrnetze.

1. Hauptleitungen zum Versorgungsgebiet. Hierunter verstehen wir die Leitungen zwischen Pumpwerk, Ortschaft und Hochbehälter. Ihre Wasserführung ist wesentlich abhängig vom Vorhandensein und der Lage eines Hochbehälters.

In § 3 hatten wir erhalten  $m \cdot q$  bzw.  $n \cdot m \cdot q : 24$  in Litern als größten Tages- bzw. größten Stundenverbrauch pro Kopf der Bevölkerung. Dies gibt bei  $z$  Einwohnern die Werte:

$$T = m \cdot q \cdot z \quad \text{bzw.} \quad S = n \cdot m \cdot q \cdot z : 24$$

als größtem Gesamttages- bzw. Gesamtstundenverbrauch.

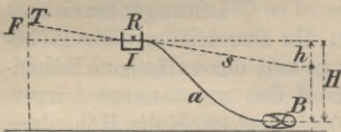


Fig. 45.

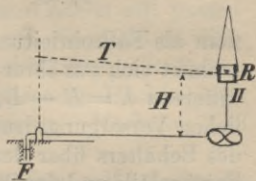


Fig. 46.

Von der Fassungsstelle aus gesehen, kann eine Aufspeicherung erfolgen: I. vor, II. in, III. hinter, IV. hinter

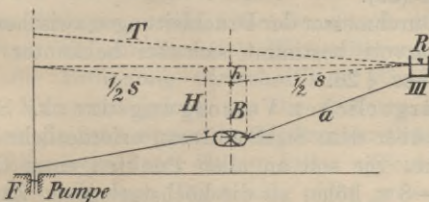


Fig. 47.

und vor der zu versorgenden Ortschaft. In den vier Figuren bedeutet  $F$  die Lage der Fassung,  $R$  den (bzw.



die) Hochbehälter und die an den Drucklinien angeschriebenen Werte geben an, für welche Mindestwassermengen man die betreffenden Leitungsteile in der Regel bemessen muß ( $T =$  Maximaltagesverbrauch,  $S =$

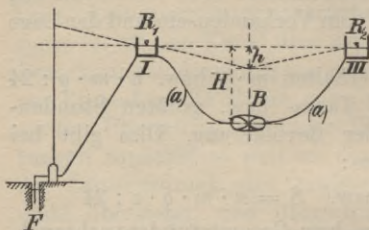


Fig. 48.

Maximalstundenverbrauch); jedoch können unter besonderen Verhältnissen Abänderungen nötig sein. Die mit  $\alpha$  bezeichneten, vom Hochbehälter nach dem Ort laufenden Leitungen bezeichnet man als Fallrohrleitungen. Ihr Druckliniengefälle  $\alpha$  berechnet sich aus ihrer Länge und der zulässigen Höhendifferenz  $h = H - B$ , wo  $B$  den sogenannten bürgerlichen Versorgungsdruck (siehe unten),  $H$  die Höhenlage des Behälters über dem Ort bedeutet. Aus dem Druckliniengefälle und der Wasserführung ergibt sich der Durchmesser der Fallrohrleitung. Der Betriebsdruck soll jedoch bei normalen Wandstärken 8 Atm. nicht übersteigen; vgl. auch (29).

Der Durchmesser der Druckleitungen zwischen Pumpe und Reservoir bestimmt sich bei bekannter Wasserführung aus § 26.

2. Bürgerlicher Versorgungsdruck. So nennt man die über dem Straßenniveau erforderliche Wasserdrukhöhe. Sie soll an allen Punkten eines Ortsrohrnetzes 6—8 m höher als die höchstgelegenen Zapfstellen liegen, sie beträgt also bei uns je nach der Haushöhe 20—30 m. Für Feuerlöschzwecke ist dabei die Mitwirkung von Spritzen nicht zu entbehren, vgl. (26) I,

S. 120. Dies ist ökonomischer als dauerndes Hochhalten des Wasserdrucks und einfacher als seine vorübergehende Erhöhung in Brandfällen. Die oben geforderte Druckhöhe läßt sich aus finanziellen Gründen nicht allorts erreichen, es wird bei unbedeutenden Ansiedelungen oft genügen müssen, wenn das Wasser wenigstens aus Straßenbrunnen oder im Erdgeschoß der Häuser entnommen werden kann.

3. Versorgungszonen. Bei Orten mit starken Höhendifferenzen würden unter Anwendung eines einzigen Leitungsnetzes in den tieferen Lagen zu hohe Wasserdrücke auftreten können. Man teilt deshalb in solchen Fällen das zu versorgende Gebiet in Höhenabständen von 50—80 m in einzelne Zonen mit passenden Druckverhältnissen ein (s. auch Ga 1908, S. 908). Bisweilen wird neben einem Hochbehälter ein Pumpwerk aufgestellt, um den höher gelegenen Hochbehälter einer (nachträglich) hinzugekommenen „Hochzone“ zu speisen.

4. Ortsrohrnetze. Im allgemeinen soll jede Straße eines Orts mit einer Leitung versehen sein. Für die Berechnung der Netze sind Bedingungen aufzustellen über Druck und Geschwindigkeit des Wassers in den einzelnen Strängen, sowie über ihre (nach den Enden des Netzes zu abnehmende) Wasserführung. Hierzu kommt die Bedingung wirtschaftlicher Größenabmessungen. Man wird jedoch nur die größeren Leitungen berechnen, da man wegen der Hydranten Ortsleitungen mit Durchmessern unter 80 mm kaum verlegt, bei zwei Hydranten auf einer Teilstrecke nicht unter 100 bis 125 mm heruntergeht. Ortsrohrnetze werden am besten so angeordnet, daß so weit möglich das Wasser stets von zwei Seiten an einen bestimmten Punkt gelangen

kann (Kreislaufsystem), im Gegensatz zu dem Verästelungssystem, bei welchem die Endleitungen nicht als Schleifen ausgeführt sind. Durch Anwendung des Kreislaufsystems bleibt auch die Qualität und Temperatur des Wassers besser als in den sonst stumpf endigenden Endsträngen.

Die Berechnung von Rohrnetzen nach den oben genannten Gesichtspunkten ist ziemlich verwickelt [vgl. (26) und (11)]. Auch kann den Ergebnissen der Rechnung mit Rücksicht auf die handelsüblichen Lichtweiten nicht ganz scharf entsprochen werden. Man kann deshalb — auch als erste Annäherung — folgenden Weg einschlagen:

1. Man bestimmt auf Grund der Ortslage und der Wohndichte die Hauptleitungen des Netzes, hernach die Stränge zweiter, dritter und höherer Ordnung.

2. Man berechnet für jeden Strang die von ihm auf Grund der zu versorgenden Menschen- oder Hydrantenzahl zu führende Wassermenge.

3. Man berechnet mit den Bedingungen  $v_{\max} = 0,8$  bis 1,0 m und  $D_{\min} = 80$  bzw. 100—125 mm die erforderlichen Durchmesser. Dabei soll jeder Punkt des Netzes sein Wasser auf dem kürzesten Weg erhalten und der vorgeschriebene Versorgungsdruck an keiner Stelle unterschritten werden.

Über ein neues Verfahren von Mannes s. (29) od. Ge 1909.

Literatur zu Kapitel III: 7, 11, 18, 26, 29, 32, 45.

## Kapitel IV.

### Hebung des Wassers.

#### § 23. Das Pumpwerk.

1. Die Lage des Pumpwerks wird bestimmt durch:

a) die Nähe der Fassung-, Reinigungs- und Hochbehälteranlagen, sowie der zu versorgenden oder anderer Ortschaften;

b) die Möglichkeit, die Anlagen erweitern zu können;

c) die Sicherheit und Bequemlichkeit des Betriebs;

d) die Nähe von Straßen und Eisenbahnen;

e) die Nähe eines Flusses wegen Wasserkraftgewinnung oder wegen seines Hochwassers, nach dessen Höhe sich unter Umständen auch die Höhenlage des Pumpwerks richten muß;

f) vergleichende Berechnungen der Bau- und Betriebskosten.

2. Die Bestandteile eines Pumpwerks sind:

a) Das Maschinenhaus. Es besteht der Hauptsache nach aus einem oder mehreren luftigen, hellen, für Erweiterungen ausreichenden, mit weiten Türen versehenen Räumen für die Pumpen und sonstigen (Licht-) Maschinen. Für Montage- und Reparaturarbeiten wird meist von Anfang an ein Laufkran eingebaut. Bei größeren Anlagen findet sich ein — oft verglaster — Raum für den Maschinenmeister. Eine Werkstätte sollte nie fehlen, bei größeren Anlagen auch ein Ölkeller nicht. Der Pumpenkeller sei bequem zugänglich, geräumig, gut

zu entwässern und zu beleuchten. Hiergegen wird viel gesündigt.

b) Das Kesselhaus soll möglichst nahe am Maschinenhaus liegen, damit die Dampfleitungen kurz und die Abkühlungsverluste gering werden. Wichtig ist reichlicher Raum vor den Kesseln zu deren Bedienung, große Türen, um die Kessel ein- und ausführen zu können, bei größeren Anlagen kommen für die Arbeiter Aufenthalts- und Waschräume hinzu. Bei Grundwasserfassungen empfiehlt es sich, die Abortanlagen nach dem Heidelberger Tonnensystem anzuordnen.

c) Der Kohlenschuppen schließt sich am besten unmittelbar an das Kesselhaus an, wenn möglich, erhält er Geleiseanschluß, wenn nicht, ist eine Bodenwage erforderlich. Seine Größe ist ev. mit Rücksicht auf Streiks und zeitweilige Unzugänglichkeit des Pumpwerks (z. B. durch Überschwemmungen) zu bemessen. Die Kohle geht in Rollwagen auf Schienen über automatische Wagen vor die Kessel, oder diese werden aus Bunkern direkt beschickt.

d) Das Beamtenwohnhaus ermöglicht es, das Personal stets zur Hand zu haben, und ist bei abgelegenen Werken durchaus notwendig. In ihm findet sich auch Platz für ein Bureau, ev. auch ein Laboratorium des Betriebsingenieurs.

e) Ein Geräte- und Lagerschuppen nebst einem Rohrlagerplatz wird meist notwendig sein. Etwas Gartenland wird die Angestellten ans Werk fesseln und zur Erhaltung eines tüchtigen Stamms beitragen.

3. Betriebskraft. Verwendet werden Motoren jeder Art: für Dampf, Gas, Wasser und Elektrizität, sowie neuerdings bei kleineren Anlagen (Bahnhöfen) oft Windräder. Wesentlich ist rasche Betriebsbereitschaft.

Sie erfordert bei Dampfanlagen 1—1½ Stunden, bei Sauggasanlagen 30—40 Minuten, bei Leuchtgas-, Wasserkraft- und elektrischen Anlagen sowie Dieselmotoren 3—10 Minuten. Auch eine gewisse Überlastungsfähigkeit der Anlagen ist notwendig. Bei Gasmotoren beträgt sie dauernd nur 10—12% über die Normalleistung, bei Dieselmotoren für kurze Zeit 20%, am größten ist sie bei Heißdampfmaschinen.

Bei der Entscheidung, welche Betriebskraft zu verwenden ist, hat man zu berücksichtigen: Ankaufspreis, Betriebs-, Bedienungs-, Abschreibungs-, Unterhaltungs- und Brennmaterialkosten, die Sicherheit und Bequemlichkeit des Betriebs, sowie etwa schon vorhandene Maschinen oder verfügbare Energiearten, z. B. das Vorhandensein eines Gas- oder Elektrizitätswerks.

4. Sicherheit und Bequemlichkeit des Betriebs. Sie werden gefördert durch Übersichtlichkeit, Zugänglichkeit, Geräumigkeit und Helligkeit in allen Teilen. Direkte Kupplung von Maschinen und Pumpen bewahrt vor Betriebsstörungen durch Abfallen von Riemen. Übersichtliche Anordnung aller Kontrollapparate, Wasserstandszeiger, Manometer, Vakuummeter erleichtert den Betrieb; sorgfältige Buchung der Betriebszeiten, Umdrehungszahlen, Absenkungen macht ihn übersichtlich und ermöglicht rationelles Vorgehen. Zahlreiche Reserveteile in angebauter Werkstatt, Laufkrane, Reservemaschinen verkürzen unfreiwillige Betriebsunterbrechungen.

5. Automatischer Betrieb. Vielfach läßt man, besonders bei kleineren Anlagen, die elektrisch angetriebenen Pumpen automatisch ein- und ausschalten, entweder zu bestimmter Zeit oder bei bestimmten Wasserständen im Reservoir. Hierher gehören die Hauswasser-

versorger Hydrophor, D. R. G. M., von M. Brandenburg in Berlin und die Delphinpumpwerke, D. R. P., System Borsig-Scheven. Bei diesen wird das Wasser durch zwei oder mehr Pumpen der Fassung entnommen und in einen Windkessel gedrückt. Dieser besitzt für jede Pumpe einen besonderen durch den Druck im Windkessel betätigten Schaltapparat. Sinkt der Druck durch Entnahme von Wasser, so laufen nach Bedarf eine ev. zwei und mehr Pumpen an und werden beim Aufhören der Entnahme ebenso wieder ausgeschaltet (Weiße Kohle 1909, S. 402 oder Das Wasser 1909, S. 422).

Für Hauswasserleitungen gibt es ferner eine Konstruktion der Siemens-Schuckert-Werke, G. m. b. H., ohne Sammelbehälter unter Benützung einer elektrisch angetriebenen Pumpe (D. R. P. Nr. 191 288).

6. Betriebsdauer. Die Betriebsdauer ist abhängig von der Maschinenleistung, dem Behälterinhalt und den Verbrauchsschwankungen. Von bedeutendem Einfluß sind Brandfälle, Rohrbrüche, Defekte an Hochbehältern und einzelnen Maschinen.

Kleinere Werke (bis ca. 1500 cbm) sind für eine größte Schichtdauer von 10—14 Stunden (inkl. Putzen) einzurichten. Mit der Zeit kann die Betriebsdauer bei großen Werken mit drei Schichten bis zu 22 Stunden zunehmen. Nachtschichten können oft mit vermindertem Personal geleistet werden. Ob man bei größeren Werken mit einer oder zwei Schichten beginnen muß, entscheiden Betriebskostenberechnungen, die örtlichen Verhältnisse und die Größe des ersten Ausbaus.

Die Figuren geben Beispiele für die Anordnung von Pumpwerken. Fig. 49 zeigt ein kleines durch Benzinmotor angetriebenes Pumpwerk, wie man es für einen Einzelbrunnen anwenden kann. Fig. 50 zeigt das Pumpwerk der Stadt Lahr (Ga 1904, S. 639) mit Aufstellung von Kessel und Pumpe

in einem Raum. Die Pumpe steht in einem Schacht, um das Wasser aus dem Brunnen heben zu können. Werkstatt und

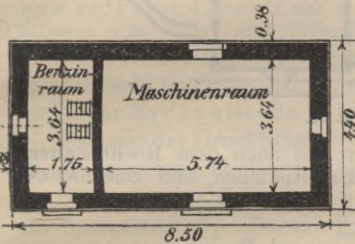


Fig. 49.

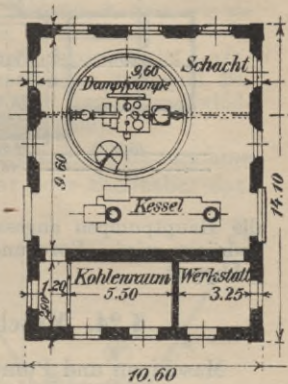


Fig. 50.

Kohlenraum sind angeschlossen. Die dritte Anlage (Fig. 51 und 52) stellt einen Typus dar, wie ihn Thiem öfters zur

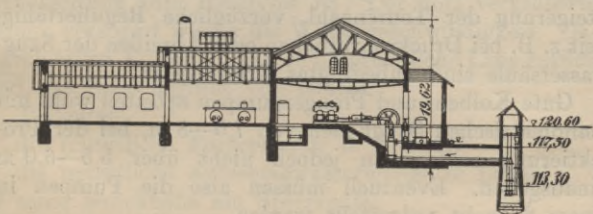


Fig. 51.

Anwendung brachte. Aus einem Sammelbrunnen saugen Vor-pumpen und drücken das Wasser nach einer nicht dargestellten Enteisungsanlage, aus deren Reinwasserbehälter es durch



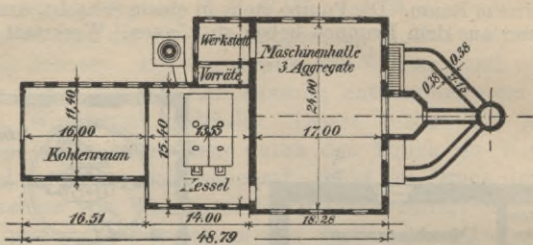


Fig. 52.

die Hauptpumpen angesaugt und nach dem Hochbehälter gedrückt wird. Vor- und Hauptpumpen sind zusammengekuppelt.

## § 24. Maschinen und Pumpen.

Maschinen und Pumpen sollen erstklassiges Fabrikat aus bestem Material, einfach, übersichtlich und auch während des Ganges leicht zugänglich sein. Das Auswechseln einzelner Teile und das Freilegen der Ventile soll bequem und rasch erfolgen können. Einfache (Zentral-) Schmierung, gleichförmiger Gang auch bei Steigerung der Tourenzahl, vorzügliche Regulierfähigkeit z. B. bei Druckrohrbrüchen oder Abreißen der Saugwassersäule sind unbedingtes Erfordernis.

Gute Kolben- und Plungerpumpen arbeiten wohl mit manometrischen Saughöhen von 7,5—8 m, bei der Projektierung sollte man jedoch nicht über 5,5—6,0 m hinausgehen. Eventuell müssen also die Pumpen in einem Schacht aufgestellt werden.

Neben den Kolben- und Plungerpumpen gewannen in neuerer Zeit die schnellaufenden sogenannten Expreßpumpen und insbesondere neuestens die Hochdruckzentrifugalpumpen wachsende Bedeutung.

Zur Wasserförderung aus größeren Tiefen kommen neben Gestängepumpen in Kesselbrunnen die Rohrbrunnepumpen von Weise und Monski in Halle und die Preßluftpumpen (vgl. Sammlung Göschen, Bd. 290, S. 106), wie sie von Borsig u. a. konstruiert werden, in Betracht.

Hier soll auch Erwähnung finden die hydraulische Luftpumpe Patent Scholl zur automatischen Ent- und Belüftung von Saug- und Heberleitungen bzw. Druckwindkesseln (Fabrikant Böckel & Co., Mannheim).

Eine sehr bequeme hydraulische Wasserfördermaschine stellt der hydraulische Widder oder Stoßheber dar.

Das mit der Druckhöhe  $H$  ankommende Triebwasser läuft durch Öffnungen im Sperrventil  $V_1$ . Dabei hebt sich dieses und stößt an die konische Decke, wodurch die Öffnungen von  $V_1$  verschlossen werden. Der so hervor gerufene

Wasserstoß bewirkt Heben des Ventils  $V_2$  und Eindringen von Wasser in den Windkessel  $W$  und die Druckleitung zum Reservoir  $R_2$ . Der dort vergrößerte Druck verzögert wieder die Wassergeschwindigkeit. Dadurch fallen  $V_1$  und  $V_2$  in ihre ursprüngliche Lage zurück und das Spiel beginnt von neuem.

Bedeutung

$q$  die minutliche Fördermenge in Litern,

$Q$  die minutliche Aufschlagwassermenge in Litern,

$H$  seine Druckhöhe am Sperrventil,

$h$  die Differenz zwischen den freien Spiegeln in der Triebwasser- und der Förderwasserleitung,

so hat man nach Wodicka:

$$q = 0,8 \cdot \eta \cdot \frac{Q \cdot H}{H + h},$$

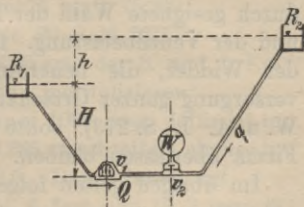


Fig. 53.

wo

$$\eta = 1,12 - 0,2 \sqrt{\frac{H+h}{H}}.$$

Als größtmögliche Steighöhe wird angegeben:

$$h_{\max} = 63,35 \sqrt{h - w},$$

wo  $w$  die gesamte Widerstandshöhe in der Triebwasserleitung, am Schlagventil  $V_1$  und in der Steigleitung darstellt. Man muß also  $w$  möglichst klein machen, durch geeignete Wahl der Leitungslängen, Durchmesser und der Ventilbelastung. Das betriebsfertige Aufstellen der Widder, die neuerdings schon bei der Wasserversorgung ganzer Ortschaften Verwendung finden (vgl. W. u. A. I, S. 273), sollte vollkommen der liefernden Firma überlassen bleiben.

Im übrigen gelten folgende Grundsätze:

1. Man verwende in der Triebwasserleitung Flußeisenrohre mit bester Dichtung.
2. Die Triebwasserleitung liege auf Schwellen möglichst unverrückbar fest, sie sei möglichst gerade.
3. Das Sperrventil sei dicht schließend, das Schlagventil unbelastet.
4. In der Triebwasserleitung soll sich keine Öffnung oder Windkessel befinden.
5. Die Zahl der Ventilschläge soll bei stets gefüllter Triebwasserleitung so reguliert sein, daß  $Q - q$  ein Minimum wird.
6. Ist der Triebrohrquerschnitt zu groß, so bleibt der Widder wegen zu geringer Wassergeschwindigkeit bei geschlossenem Schlagventil stehen.

Literatur s. (26) Z. g. W. 1908, S. 285, und Z. 1910, S. 88 (neue Theorie).

## Druckfehler-Berichtigung.

- S. 95 letzte Zeile soll es heißen 75 statt 75000.  
S. 96 zweite Zeile soll es heißen 80 statt 80000.  
S. 96 sind in der Tabelle die K-Werte der 3. und 4. Kolonne sämtlich mit 1000 zu multiplizieren.  
S. 98 in Formel 3 fällt der Nenner 1000 weg, dafür ist in Gl. 3 ff. jeweils 3285 statt 3,285 zu schreiben, ebenso in Gl. 5 1642500 statt 1642,5. Damit fallen auf:  
S. 98 Zeile 11 und 12 sowie Gl. 6 fort und Gl. 7 (nun 6) lautet:

$$D \cong 1,4 \sqrt{Q}$$

- S. 98 letzte Gl. muß stehen  $\sqrt[3]{\beta}$  statt  $\sqrt{\beta}$ .
-



## § 25. Arbeitsbedarf und Kohlenverbrauch.

Es sollen in  $m$  bedeuten:

$h'_1$  die geodätische Saughöhe,

$h_1$  die manometrische Saughöhe, abzulesen am Vakuummeter des Saugwindkessels,

$h_2$  die Differenz zwischen den Spiegelhöhen im Saug- und Druckwindkessel,

$h_3$  die geodätische Druckhöhe,

$h_4$  den Druckhöhenverlust durch Reibung in der Leitung, dann ist die manometrische Gesamtförderhöhe:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4.$$

Bei einer Fördermenge von  $Q$  cbm pro Sekunde ist demnach der sekundliche Arbeitsaufwand einer Pumpe in gehobenem Wasser gemessen

$$N' = Q \cdot H \text{ Sekundenmetertonnen}$$

oder

$$N = \frac{1000 \cdot Q \cdot H}{75} \text{ Pferdekkräfte.}$$

Der Wirkungsgrad guter Ausführungen ist etwa

bei Kolben- und Plungerpumpen . . . . .  $\eta = 0,9$

bei Zentrifugalpumpen . . . . .  $\eta = 0,70-0,80$ .

Bei nicht direkter Kupplung kommt noch ein weiterer Koeffizient, etwa  $\eta = 0,94$  in Betracht. Damit erhält man folgende Zusammenstellung des überschläglichen Arbeitsbedarfs von Pumpen:

PS-Zahl	Kolben- und Plungerpumpen		Zentrifugalpumpen
	direkt gekuppelt	Riemenantrieb	Riemenantrieb
effektiv	$1,1 \cdot N$	$1,18 \cdot N$	$1,52 \cdot N \div 1,33 \cdot N$
oder mit 1,25 multipliziert:			
indiziert	$1,38 \cdot N$	$1,48 \cdot N$	$1,90 \cdot N \div 1,66 \cdot N$

Die Betriebskosten kann man auf folgende Art überschlagen:

1 kg Kesselkohle von 7500 Kal./kg koste . . . . .  $a$  Mk.

somit kostet 1 Kalorie . . . . .  $\frac{a}{75000}$  Pf.

1 kg Anthrazit von 8000 Kal./kg koste. . . . .  $b$  Mk.

somit kostet 1 Kalorie . . . .  $\frac{b}{80000}$  Pf.

100 kg Dieselmotorenöl von 10 000 Kal./kg kosten .  $c$  Mk.

somit kostet 1 Kalorie . . . .  $\frac{c}{10000}$  Pf.

In der folgenden Tabelle bedeuten für einen zehnstündigen Arbeitstag

$W$  den Wärmeverbrauch pro eff. PS-Stunde in Kalorien (nach [22]).

$K$  die Kosten einer eff. PS-Stunde in Pfennigen.

PSe	Motor:	Heißdampf-lokomobile	Sauggas-anlage	Dieselmotor
10	$W$	10 800	5280	2530
	$K$	0,144 · $a$	0,066 · $b$	0,253 · $c$
20	$W$	9 750	4960	2310
	$K$	0,130 · $a$	0,062 · $b$	0,231 · $c$
30	$W$	5 850	4800	2200
	$K$	0,078 · $a$	0,060 · $b$	0,220 · $c$
40	$W$	5 400	4800	2140
	$K$	0,072 · $a$	0,060 · $b$	0,214 · $c$
50	$W$	5 400	4000	2140
	$K$	0,072 · $a$	0,050 · $b$	0,214 · $c$

Hierzu sind noch zu berücksichtigen:

a) Die Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung der Anlagen.

b) Die Bedienungskosten, ca. 1200 Mk. pro Maschinist.

c) Die Kosten von Putz- und Schmiermaterial, ca. 0,04 Mk. pro eff. PS-Stunde.

d) Die Kosten für Wasserersatz, Beleuchtung, Heizung, Verwaltung, Steuern usw.

## § 26. Wirtschaftlicher Durchmesser von Druckleitungen.

Damit der Durchmesser einer Druckleitung ein wirtschaftlicher sei, müssen die Jahreskosten für Betrieb, Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung der Leitung und des zur

Überwindung der Reibungswiderstände ( $h_4$ , siehe Fig. 54) dienenden Teils der Maschinen ein Minimum sein.

Es bedeute:

$Q$  die Pumpenleistung in Kubikmetern pro Sekunde,  
 $D$  und  $L$  in Metern Durchmesser und Länge der Leitung,  
 welchen die Leitungskosten  $K = n \cdot D \cdot L$  (wobei  $n$  unge-  
 fähr gleich 100) proportional sind,

$h = \frac{L}{D^5} \cdot \frac{Q^2}{400}$  nach Dupuit die Reibungswiderstandshöhe in

der Leitung, ferner

$K_m$  Verzinsung, Abschrei-  
 bung und Unterhaltung  
 ( $p_m\%$ ) des zur Überwin-  
 dung der Reibungswider-  
 stände dienenden Teils  
 der Maschinen ( $p_m$  i. M.:  
 —  $4,5 + 7,0 + 0,5 = 12,0\%$ ,

$K_r$  dasselbe für die Rohr-  
 leitung ( $p_r$  i. M.:  $4,5$   
 +  $2,0 + 0,5 = 7,0\%$ ),

$K_b$  die reinen jährlichen Be-  
 triebskosten (Personal,  
 Brennmaterial und  
 Schmiermittel),

$m$  den Maschinenpreis pro  
 1 Sekundenmetertonne  
 geleisteter Arbeit,

$k$  die Kosten von 1 Metertonne geleisteter Arbeit,

$t$  die tägliche Betriebsdauer in Stunden,

so erhält man:

den Maschinenpreis für die sekundliche Arbeit  $Q \cdot h$  in Meter-  
 tonnen

$$m \cdot Q \cdot h = m \cdot \frac{L}{D^5} \cdot \frac{Q^3}{400},$$

somit:

$$(1) \quad K_m = m \cdot \frac{L}{D^5} \cdot \frac{Q^3}{400} \cdot \frac{p_m}{100}.$$

Ebenso erhält man:

$$(2) \quad K_r = n \cdot D \cdot L \cdot \frac{p_r}{100},$$

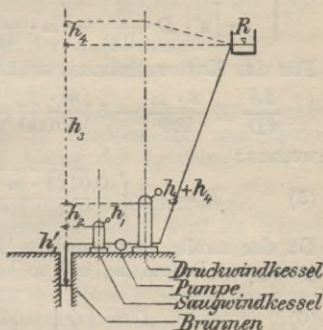


Fig. 54.



ferner:

$$(3) \quad K_b = \frac{Q \cdot h \cdot t \cdot 3600 \cdot 365}{1000} \cdot k = 3,285 \cdot k \cdot t \cdot \frac{Q^3 \cdot L}{D^5}.$$

Damit sind die Jahresausgaben:

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} S &= m \cdot \frac{L}{D^5} \cdot \frac{Q^3}{400} \cdot \frac{p_m}{100} + n \cdot D \cdot L \cdot \frac{p_r}{100} \\ &\quad + 3,285 \cdot k \cdot t \cdot \frac{Q^3 \cdot L}{D^5} \\ &= \left[ n \cdot D \cdot \frac{p_r}{100} + \left( m \cdot \frac{p_m}{40000} + 3,285 \cdot k \cdot t \right) \frac{Q^3}{D^5} \right] \cdot L. \end{aligned} \right.$$

Für das Kostenminimum erhält man durch Differentiation:

$$\frac{dS}{dD} = \frac{n \cdot p_r}{100} - 5 \left( \frac{m \cdot p_m}{40000} + 3,285 \cdot k \cdot t \right) \frac{Q^3}{D^6} = 0,$$

woraus:

$$(5) \quad D = \sqrt[6]{Q} \sqrt[6]{\frac{0,0125 \cdot m \cdot p_m + 1642,5 \cdot k \cdot t}{n \cdot p_r}}.$$

Da der zweite Summand im Zähler unter der Wurzel von geringerer Bedeutung ist, so kann man statt Gl. (5) setzen:

$$(6) \quad D = \sqrt[6]{Q} \sqrt[6]{0,0125 \cdot \frac{m}{n} \cdot \frac{p_m}{p_r}}.$$

Setzt man außer den oben angegebenen Werten von  $p_m$ ,  $p_r$  und  $n$  als Mittelwerte  $m = 20\,000$ ,  $k = 0,0001$  und  $t = 14$  ein, so ergibt sich für erste Annäherungsrechnungen:

$$(7) \quad D = \sqrt[6]{Q} \sqrt[6]{4,29} \cong 1,3 \sqrt[6]{Q}.$$

Bei kleineren Durchmessern empfiehlt es sich, in Gleichung (7) den Koeffizienten bis etwa 1,5 zu erhöhen, namentlich in Rücksicht auf den starken Einfluß der Inkrustation bei kleinen Durchmessern.

Forchheimer (Hütte 20. Aufl., III, S. 233) gibt als wirtschaftliche Geschwindigkeit:

$$v = \frac{0,5 \text{ bis } 0,6}{\sqrt{\beta}},$$

wo  $\beta$  den Quotient aus den tatsächlichen jährlichen Betriebsstunden dividiert durch die Stundenzahl eines Jahres ( $365 \cdot 24$ )

bedeutet. Siehe ferner Z. 1889, S. 95 und Ga 1902, S. 319. — Auf anderer Grundlage führt neuerdings Dr.-Ing. Mannes die Bestimmung des wirtschaftlichen Durchmessers aus, vgl. (29).

## § 27. Über Garantieversuche.

Die Vornahme von Garantieversuchen erfolgt am besten, nachdem die Maschinen und Pumpen einige Monate im Betrieb gewesen sind; sie erstreckt sich auf:

1. tadellosen Gang der Anlage auch bei zeitweiliger Überlastung, volle Regulierfähigkeit;
2. Güte des Materials und der Ausführung;
3. sachgemäße Anordnung der einzelnen Teile und bequeme Zugänglichkeit derselben;
4. die garantierte Leistung in Metertonnen pro Kilogramm Kohle, ausgedrückt lediglich in Fördermenge und manometrischer Förderhöhe ohne Abzug der Leistung etwaiger Hilfspumpen;
5. die garantierte Verdampfung der Kesselanlage.

Die zur Verbrennung kommende Kohle wird im Kesselhaus gewogen. Ihr Heizwert wird aus Proben ermittelt, die gleichmäßig während der ganzen Versuchsdauer entnommen werden. Der Dampfverbrauch der Maschinen wird gemessen durch Abwiegen des Kesselspeisewassers in geeichten Gefäßen. Hiervon wird nur dasjenige Kondenswasser abgezogen, welches vom Kessel bis zum Dampfeintrittsventil abgeschieden ist, soweit es nicht zum Kessel zurückgeführt wird. Durch diese Maßnahme gilt die Voraussetzung der Zuführung trockenen Dampfes als erfüllt. Solange der Maschinenfabrikant keinen Einspruch erhebt, gelten die Kessel für die Maschinenversuche als dicht und ihr Betrieb als einwandfrei.

Als Meßgefäße für die Pumpenleistung dienen am einfachsten Hochbehälter oder Reinwasserbehälter. Diese und die Leitungen werden vorher auf Dichtigkeit geprüft, die Behälter außerdem geeicht.

Die Versuche zerfallen in der Regel in einen Vorversuch von etwa 5 und einen bzw. zwei Hauptversuche von etwa 10 Stunden Dauer. Die Ablesung der Wasserspiegel, Manometer, Vakuummeter und der Tourenzähler hat mindestens alle 20 Minuten zu erfolgen. Die Meßapparate sind vor Beginn ev. auch während der Versuche zu prüfen, Fehler der Apparate

sind durch möglichst frühzeitige Besprechung festzustellen und zu berücksichtigen.

Beim Vorversuch wird der volumetrische Wirkungsgrad der Pumpen bestimmt durch Messung des Hubs, des Plunger- oder Kolbendurchmessers, sowie der Umdrehungszahlen und der geförderten Wassermengen.

Aus den in kurzen Zwischenräumen erfolgenden Messungen der Größen  $h_1, h_2, h_3, h_4$ , vgl. § 25, sowie der sekundlichen Fördermenge  $Q$  und des Dampf- bzw. Kohlenverbrauchs  $g$  in Kilogramm erhält man schließlich für jeden einzelnen Zeitabschnitt die Leistung der Anlage pro 1 kg Dampf bzw. Kohlen

$$N = \frac{Q (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)}{g}$$

in Metertonnen.

Etwaige für günstigen Dampfverbrauch ausgesetzte Prämien sollten nur ausbezahlt werden, wenn die Anlage in allen zu Anfang des Paragraphen erwähnten Punkten den Anforderungen entspricht.

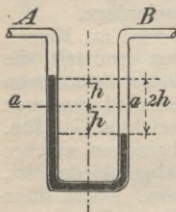


Fig. 55.

Anmerkung. Ein provisorisches Manometer, wie man es häufig braucht, stellt man sich aus einer U-förmig gebogenen Glasröhre her (s. Fig. 55). In dieser Röhre möge sich eine Quecksilberfüllung unter beiderseitigem Atmosphärendruck nach der Horizontalen  $a-a$  einstellen. Schließt man die Röhre bei  $A$  an einen Raum mit Unterdruck oder bei  $B$  an einen Raum mit Überdruck an,

so mögen sich die beiden Menisken um  $2 \cdot h$  mm voneinander entfernen. Dann ergibt sich hieraus bei einem spezifischen Gewicht des Quecksilbers von 13,5956 eine Saug- bzw. Druckspannung in dem angeschlossenen Raum von

$$H = \frac{2 \cdot h \cdot 13,5956}{1000} = 0,027 \cdot h$$

Meter Wassersäule. 1 m Wassersäule ist gleich 0,07355 m Quecksilbersäule. Bei kleinen Über- bzw. Unterdrücken kann man die Röhre auch mit (gefärbtem) Wasser füllen.

Literatur zu Kapitel IV: 1, 3, 4, 8, 11, 13, 14, 15, 22, 26, 29, 38, 44.

## Kapitel V.

### Aufspeicherung des Wassers.

#### § 28. Allgemeines.

Die Vorrichtungen zur Aufspeicherung des Wassers haben den Zweck, zwischen mehr oder weniger konstanter Zuleitung und variabler Entnahme zu vermitteln und eine gewisse Wassermenge als eisernen Bestand für Betriebsunfälle oder ungewöhnlich großen Verbrauch (Feuersbrünste) aufzubewahren. Über die Lage der Behälter zum Versorgungsgebiet vgl. Kapitel III. In manchen Fällen wird man mehrere Behälter vorsehen.

Die einfachste Form eines Wasserbehälters stellen die Windkessel dar, sie werden neuerdings für kleine Anlagen öfters verwendet (vgl. § 23, 5). Standrohre sind vertikale, meist unmittelbar bei der Pumpstation aufgestellte Rohre, welche bei genügendem Querschnitt allzu große Druckschwankungen verhindern. Sie werden heutzutage bei uns wenig, häufiger dagegen in Amerika, auch mit großen Durchmessern in Eisen oder Eisenbeton, erbaut. In manchen Fällen hat man die Leitungen zu Stollen erweitert und diese als Stollenbehälter benützt. Im übrigen sind zu unterscheiden: Wasserbehälter ohne und mit Stützen. Erstere liegen im Boden und heißen Hochbehälter oder Hochreservoir schlechweg, letztere stehen auf steinernen oder eisernen Unterbauten und heißen Wassertürme Sie finden Anwendung, wo natürliche

Erhebungen in genügender Nähe des Versorgungsgebiets fehlen.

### § 29. Inhalt der Behälter.

a) Hochbehälter. Im Durchschnitt ergibt sich für deutsche Städte von 30—75000 Einwohnern ein Behälterinhalt von 50—80, i. M. von 70 l pro Kopf der Bevölkerung, das sind ca. 45% des maximalen Tagesbedarfs. Will man vorsichtig sein, so kann man hierzu, insbesondere bei kleineren und mittleren Verhältnissen, noch einen — eigentlich schon in den Zahlen enthaltenen — Zuschlag für Feuerlöschzwecke machen, den man aus der mutmaßlichen Dauer eines Brandes und der Zahl der nötigen Strahlrohre nebst ihrer Liefermenge berechnen kann. Man kommt dann auf einen Inhalt etwa gleich dem mittleren Tagesbedarf. Stets ist der Behälterinhalt lieber reichlich als zu knapp zu bemessen, und örtliche Wünsche und Bedürfnisse sind weitgehend zu berücksichtigen. Bei kleinen Verhältnissen und abgelegenen Pumpwerken wird man den Behältern, bei Gruppenversorgungen insbesondere dem Hauptbehälter, einen Inhalt gleich dem 2—4-, ja 5fachen Tagesbedarf geben können.

b) Wassertürme. Wegen der hohen Baukosten ist hier eine sparsamere Inhaltsberechnung notwendig. Man kann ausgehen von dem anderwärts unter ähnlichen Verhältnissen ermittelten Verbrauch bzw. Zufluß jeder Tagesstunde, welche man in Prozenten der Tagessumme ausdrückt. Die Rechnung geschieht, wie das folgende Beispiel für 10stündigen Pumpbetrieb es zeigt.

Zeit		Verbrauch %	Zufluß durch die Pumpen %	Behälterinhalt	
von	bis			Abgang %	Zugang %
12	1	2	0	2	0
1	2	1	0	1	0
2	3	0,5	0	0,5	0
3	4	0,5	0	0,5	0
4	5	0,5	0	0,5	0
5	6	2	0	2	0
6	7	3	10	0	7
7	8	3	10	0	7
8	9	4	10	0	6
9	10	4	10	0	6
10	11	6	10	0	4
11	12	8	10	0	2
12	1	10,5	10	0,5	0
1	2	9	10	0	1
2	3	8	10	0	2
3	4	4	10	0	6
4	5	3	0	3	0
5	6	3	0	3	0
6	7	7	0	7	0
7	8	7,5	0	7,5	0
8	9	4,5	0	4,5	0
9	10	4	0	4	0
10	11	3	0	3	0
11	12	2	0	2	0
24 Stunden:		100 %	100 %	41 %	41 %

Diese 41% sind die Ausgleichsmenge (fluktuierende Tagesmenge), welche der Behälter fassen muß. Sie nimmt ab mit wachsender Zeit des Zuflusses. Für eine Stadt von 20 000 Einwohnern mit 100 l maximalem Tagesverbrauch wäre also der notwendige nutzbare Behälterinhalt nach obigem Beispiel:

$$\text{Zunächst } \frac{0,41 \cdot 20\,000 \cdot 100}{1000} = 820 \text{ cbm,}$$

hierzu zur Sicherheit und für Feuersgefahr rund 180 „

also gesamt nutzbarer Inhalt: 1000 cbm.

### § 30. Anordnung und Ausstattung der Behälter.

Die größte Wassertiefe eines Behälters läßt sich berechnen, vgl. (11) S. 306 ff. Man nimmt sie gewöhnlich zwischen 3,0 und 4,5 m an und berechnet danach bei gegebenem Inhalt die erforderliche Grundfläche. Das günstigste Verhältnis der beiden Seiten rechteckiger Behälter von  $n$  Kammern ist (vgl. Fig. 56):

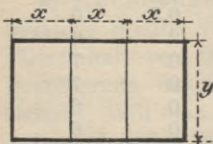


Fig. 56.

$$x = \frac{n + 1}{2 \cdot n} \cdot y.$$

Neuerdings setzt man gerne in die Behälter Leitwände (ev. aus Eisenbeton), um das Wasser zum Durchströmen des ganzen Behälters zu zwingen, weil so die Entstehung von Bakterienherden in den Ecken der Behälter verhindert wird, und das Wasser nicht stagniert.

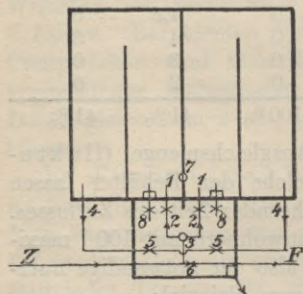


Fig. 57.

Die folgenden drei Grundrißskizzen sollen einige typische Fälle der Rohrführung in Behältern geben. Dabei bedeuten:

- $Z$  die Zuflußleitung von der Quelle oder dem Pumpwerk,
- $F$  die Fallrohrleitung nach dem Versorgungsgebiet,
- 1 die Einlaufleitung, 2 den Einlaufschieber,
- 3 das Standrohr in der Einlaufleitung,
- 4 die Auslaufleitung, 5 den Auslaufschieber,
- 6 die Verbindung zwischen

Ein- und Auslaufleitung (Umgehungsleitung),

7 den Überlauf,

8 den Leerlauf mit Leerlaufschieber.

Es zeigt nun Fig. 57 einen zweikammerigen Hochbehälter

vor dem Versorgungsgebiet mit getrenntem Zu- und Ablauf, Fig. 58 einen zweikammerigen Hochbehälter hinter dem Versorgungsgebiet mit gemeinsamer Zu- und Ableitung. Denkt

man sich den Behälter einkammerig, die Zu- und Abflußleitung getrennt und bei *a* in der Zuleitung eine

Rückschlagklappe, so kann man auch hier durch Anordnung einer Leitwand statt der Trennungswand Durchfluß durch den Behälter erzeugen. Fügt man aber zu der gemeinsamen Zu- und Abflußleitung noch die Leitung *Z—F*, so kann man eine derartige Behälteranordnung auch „vor der Stadt“ verwenden.

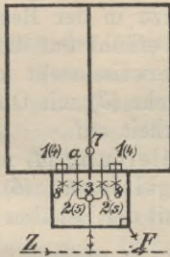


Fig. 58.

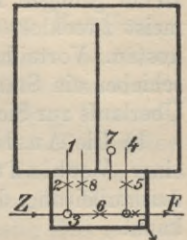


Fig. 59.

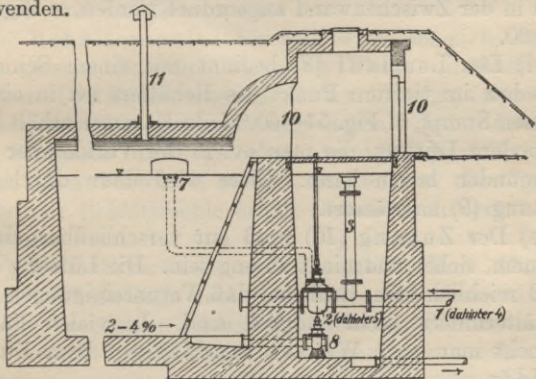


Fig. 60.

Fig. 59 zeigt schließlich einen einkammerigen Hochbehälter vor dem Versorgungsgebiet.

Bezüglich der Ausstattung der Behälter hat man folgende Teile zu unterscheiden (Fig. 57—59 und 60):



a) Die Einlaufleitung (1), meist mit einem Schieber (2) versehen, mündet so hoch über der Behältersohle, daß kein Schlamm aufgewirbelt werden kann, 15 cm genügen hierzu in der Regel. Höhere Lage ist meist zwecklos, sie erhöht nur die eventuellen Förderkosten. Vorteilhafterweise stellt man vor den Einlaßschieber ein Standrohr (3) mit Oberkante in Höhe des Überlaufs zur Sicherheit auf.

b) Die Auslaufleitung (4) mit Schieber (5) nebst einer Verbindungsleitung (6) zwischen Ein- und Auslaufleitung, damit der Behälter ausgeschaltet werden kann.

c) Der Überlauf (7) verhindert zu hohe Füllung der Behälter. Er soll nicht zu eng sein und kann bei mehrkammerigen Behältern für je zwei Kammern gemeinsam in der Zwischenwand angeordnet werden, s. Fig. 57, 58, 60.

d) Der Leerlauf (8) beginnt mit einem Schieber versehen im tiefsten Punkt des Behälters ev. in einem kleinen Sumpf, s. Fig. 57—60. Jede Kammer erhält ihre besondere Leitung, die man ev. in der Vorkammer frei ausmünden lassen kann. Diese wird dann durch die Leitung (9) entwässert.

e) Der Zugang (10) muß gut verschließbar, dabei bequem, sicher und nicht zu eng sein. Die Lüftung (11) muß reichlich sein, doch so, daß Verunreinigungen des Behälterinnern nicht möglich sind. In vielen Fällen braucht man noch Wasserstandszeiger bzw. Fernmelder.

f) Bisweilen werden Schwimmereinrichtungen verwendet, welche einen Behälter, wenn gefüllt, selbsttätig abstellen. Sie müssen dauernd kontrolliert werden. Sie finden sich beispielsweise bei Stadtrohrnetzen mit

mehreren Zonen, wo nach der Füllung eines tiefer liegenden Behälters das Wasser selbsttätig einem höher liegenden zugeführt werden soll.

### § 31. Bauausführung der steinernen Behälter.

a) Material. Bei Verwendung von natürlichen Steinen wird man meist mit unregelmäßigem Mauerwerk arbeiten. Backsteine können ebenfalls in Frage kommen, man wird dann suchen, möglichst ohne neue Formsteine auszukommen. Nach dem Mauern sind die Fugen auszukratzen und sehr sorgfältig auszufugen; die Dichtung erfolgt durch einen Glattstrich. In neuester Zeit gelangt wohl meist Beton und Eisenbeton zur Verwendung, der Beton insbesondere bei den Behältersohlen, ev. auch den Wänden, der Eisenbeton vorzugsweise bei den Zwischenmauern und Behälterdecken.

b) Behältersohle. Sie soll, wenn möglich, unter dem ganzen Bauwerk als eine Platte durchgeführt werden. Der Boden unter ihr muß vollkommen fest und widerstandsfähig sein und darf deshalb beim Aushub der Baugrube nicht gelockert werden. Verfehlungen gegen diese Vorschrift rächen sich schwer. Die Oberfläche der Behältersohle erhält Gefälle nach dem Leerlauf hin.

c) Behälterwände und Decken. Ihre Abmessungen richten sich nach dem Erd- und Wasserdruck und der vertikalen Belastung. Können die Behälterwände direkt gegen festen Fels angemauert werden, so kommt man mit einem Minimum an Wandstärke (80 bis 100 cm) aus, vgl. Fig. 61, einen Hochbehälter von Lahr i. B. Die Zwischenmauern mehrkammeriger Behälter müssen einseitigem Wasserdruck widerstehen können, dasselbe gilt von den Außenmauern, insbesondere

wenn sie beim Bau einer Erweiterung freigelegt werden. Bei allen Berechnungen sind stets die ungünstigsten Annahmen zugrunde zu legen.

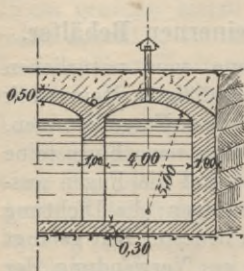


Fig. 61.

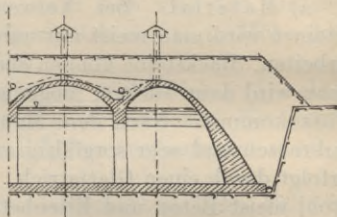


Fig. 62.

Bei gewölbten Decken müssen die Seitenwände den Gewölbeschub aufnehmen können (Fig. 62). Die bequemeren Plandecken sind namentlich durch die Eisenbetonbauweise verbreitet worden (Fig. 63), preußische Kappen wurden früher mehr verwendet.

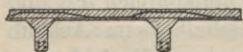


Fig. 63.

Alle Decken werden durch Beton bzw. Zement abgeglichen und auf der Oberseite durch einen Teerpräparatüberzug abgedichtet. Um die Fundamente und in etwaige Kehlen der Abdeckung legt man Drainröhren.

d) Die Überschüttung muß sorgfältig so erfolgen, daß man bei Gewölben zuerst die Zwickel ausfüllt und dann wagerechte Schichten aufschüttet, damit keine unerwünschten Spannungen in der Decke entstehen. Die Höhe der Überschüttung beträgt zwischen 1 und 2,5 m, im letzteren Fall kann man sie anpflanzen. Beim Schütten darf die Dichtung der Decke nicht beschädigt werden.

e) Die Dichtung der Behälter besteht in der Regel aus einem Zementglattstrich 1 : 1 von 1,5—2,5 cm Stärke, der vorsichtig aufgerieben wird. Gegen den auf Zement zerstörend wirkenden Einfluß des Sauerstoffs und der freien Kohlensäure im Wasser haben sich Dr. Roths Inertol und Siderosthen gut bewährt (vgl. D. B. 1908, H. 24 und Ga 1909, S. 822).

### § 32. Eiserne Behälter.

Die eisernen Behälter oder Wassertürme stehen auf einem Unterbau aus Stein, Beton, Eisenbeton oder Eisen und werden bei Trinkwasseranlagen in der Regel mit einer vor Wärme und Kälte schützenden Außenwand umgeben. Die Behälter werden aus Schmiedeeisen fast ausschließlich mit kreisförmigem Querschnitt oder aus Eisenbeton in verschiedenen Querschnittsformen ausgeführt. Große Durchmesser erhöhen die Kosten des Unterbaus, der Bedachung und des Grunderwerbs, vermindern aber die Schwankungen im Wasserstand. Die Sohle wird heute bei eisernen Behältern ausgeführt a) als Halbkugel, b) als Kugelabschnitt, c) beim System Intze als Kombination aus Kugelabschnitten und Kegeln bzw. Kegelstümpfen. Bei der Eisenbetonbauweise kommen Behältersohlen in Kegelform oder eben mit Unterzügen oder nach System Intze vor.

Der Unterbau der Wassertürme muß so bemessen sein, daß die zulässige Bodenpressung (2—2,5 kg/qcm, in größeren Tiefen mehr) nicht überschritten wird. Eventuell stellt man eine einheitliche Fundamentplatte her. Die Mauerwerkspressungen bewegen sich zwischen 6 und 14 kg/qcm. In Fabriken findet man vielfach Kaminbehälter, d. h. ringförmige Behälter von 10—250 cbm Inhalt, welche bis zu 30 m über dem Boden an Schorn-

steinen angebracht sind (s. Fig. 64). Ihre Stabilität wird dadurch nicht ungünstig beeinflußt.

Im Innern der Turmunterbauten finden Platz: die Treppenanlage, ferner Maschinen-, Filter- und Enteisungsanlagen, Wohnungen für Beamte, sowie andere Diensträume.

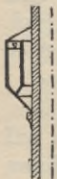


Fig. 64.

Das Aussehen der Wassertürme, insbesondere bei eisernem Unterbau, läßt leider häufig mehr zu wünschen übrig, als mit der Rücksicht auf billiges Bauen entschuldigt werden kann.

Als Material für die Umhüllung der Behälter verwendet man Eisenbeton (Rabitz), Eisengerippe mit Ausmauerung, Holz, Beton, Back- und Werkstein. Wo die Umhüllung fehlt, sollte wenigstens ein zur Revision nötiger Umgang am Fuß des eigentlichen Behälters angeordnet werden (Fig. 65). Über

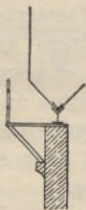


Fig. 65.

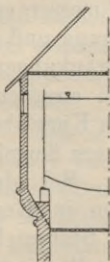


Fig. 66.



Fig. 67.

und unter demselben liegen Revisionsböden. Überhaupt muß der Behälter an allen Punkten, insbesondere am Auflagerring und um die senkrechten Wände herum gut zugänglich sein (Fig. 66). Die Treppe führt man hier bisweilen in einem besonderen Halbtürmchen als Wendeltreppe in die Höhe (Fig. 67).

Für Lüftung und Heizung ist Sorge zu tragen. Gegen Staub deckt man bisweilen den eigentlichen Behälter mit Tüchern ab.

Die Anordnung der Rohre kann verschieden sein. Fig. 68 gibt ein Beispiel. Hier steigt das Wasser im Rohr 1—2 auf und ab, es kann bei 2 in den Behälter ein treten und durch den Schieber 3 und die Rückschlagklappe 5 austreten. Öffnet man 4, so fließt das Wasser unter Ausschaltung des Behälters nach dem Leerlauf.

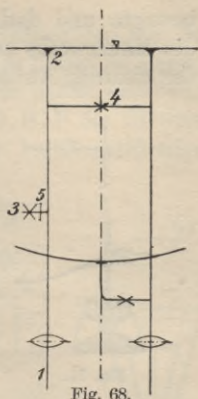


Fig. 68.

### § 33. Form der eisernen Behälter.

Während die Ausbildung der senkrechten Behälterwände leicht ist, macht sie bei den Böden, dem Anschluß von Boden und Wand und der Auflagerung Schwierigkeiten. So wird bei der in der Fig. 69 skizzierten einfachen Behälterform die entstehende Horizontalkraft  $H$  Verbiegungen und damit Undichtwerden bewirken, außerdem ist hier die Auflagerung unzugänglich.

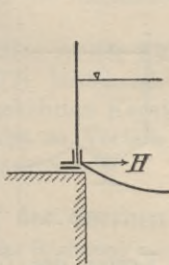


Fig. 69.



Fig. 70.

Das Umbördeln der Bleche und Biegen der Winkel ist schwierig. Gegen die Verbiegungen verwandte man deshalb bei größeren Ausführungen einen besonderen Druckring (vgl. Fig. 70), der sich aber bei wechselnder Füllung

bewegte und dadurch unerwünschte Beanspruchungen des Mauerwerks hervorrief. Dagegen konstruierte Thiem den eisernen Auflagerring (Fig. 71). Bei den sogenannten

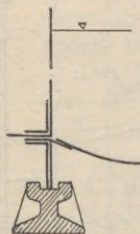


Fig. 71.

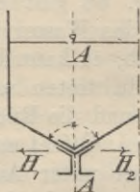


Fig. 72.

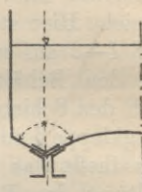


Fig. 73.

Intzebehältern (vgl. die Fig. 72—75) stoßen Kegel- oder Kugelflächen unter gleichem (Tangenten-) Winkel gegen die Senkrechte  $A-A$  über dem Auflagerring zusammen, die wagerechten Horizontalkräfte  $H_1$  und  $H_2$

werden einander gleich, heben sich also auf und das Auflager erfährt nur unerhebliche horizontale Beanspruchungen, es finden also keine Verschiebungen auf dem Auflager statt. Ein wichtiger Vorteil der Konstruktion in

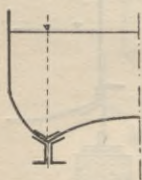


Fig. 74.

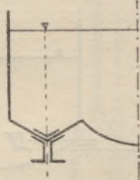


Fig. 75.

bezug auf die Kosten des Unterbaus ist, daß dessen Durchmesser wesentlich kleiner wird als derjenige des eigentlichen Behälters.

Die Intzeform der Wassertürme ist in allen Größen außerordentlich verbreitet. Nachteile der Form sind in der schwierigen Herstellung, Dichtung und Revision des

Rings und dem Auftreten von Druckspannungen im Boden sowie dem Verlust an nutzbarem Raum im untersten Teil zu finden. Diese Nachteile sucht eine von Barkhausen gegebene Anordnung (D. R. P. Nr. 107 890) zu vermeiden. Bei ihr hängt der halbkugelförmige Boden an der sonst wenig beanspruchten Zylinderwand, und diese steht auf den Auflagern auf einer Reihe von Stützen (Fig. 76). Die Zylinderwand wirkt demnach als Träger. Druckspannungen werden vermieden, wenn  $h \geq 2/3 \cdot R$  ist, d. h. es muß  $J_1$  mindestens gleich  $J_2$  sein. Daraus ergibt sich  $R = 0,62 \sqrt{J_1 + J_2}$ . Die Materialbeanspruchungen sind günstig, die Blechstärken übersteigen kaum 10 mm.

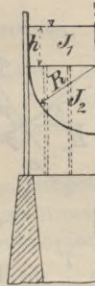


Fig. 76.

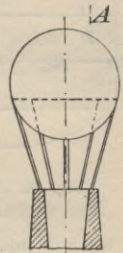


Fig. 77.

Die neueste Konstruktion ist der Klönnesche Kugelbehälter (D. R. P., Fig. 77), bestehend aus einer Vollkugel, die auf einem umgekehrten Kegelstumpf aufsitzt. Die Konstruktion vereinigt so Vorteile der Konstruktionen von Intze und Barkhausen.

### § 34. Berechnung der eisernen Behälter.

Neben den Ergebnissen der Rechnung müssen Forderungen der praktischen Erfahrung, der technischen Ausführbarkeit, der Erhaltung (Rost) und der Zugänglichkeit in vollem Umfang berücksichtigt werden.

1. Vertikale Bleche. Bei einem Halbmesser  $R$  beträgt ihre Stärke  $s$  in der Tiefe  $t$  unter dem Wasserspiegel (Fig. 78)

$$s = \frac{R \cdot t}{1000 \cdot k},$$



wobei  $k$  die Beanspruchung pro Quadratcentimeter bedeutet und alle Größen in Zentimetern gegeben sind. Unter 5—7 mm Wandstärke geht man nicht herunter.

2. In der Entfernung  $r$  von der Achse  $A—A$  (Fig. 79) sei die Neigung eines Blechs  $\alpha$ , das Gewicht des Wassers innerhalb des durch  $P$  gelegten Parallelkreises sei  $G$ , dann bewirkt der Wasserdruk  $p$  im Punkt  $P$  eine Kraft  $T$ , welche die Kugelkappe abzureißen sucht, und eine Ringspannung  $H_r$ ; man erhält:

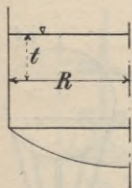


Fig. 78.

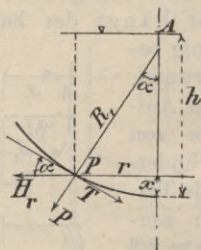


Fig. 79.

$$T = \frac{G}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sin \alpha},$$

woraus mit  $s = \frac{T}{k}$  die Blechstärke

$$s = \frac{G}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot r \cdot \sin \alpha}$$

sich ergibt. Dieselbe Formel gilt sinngemäß für ein kegelförmiges Bodenstück. Mit  $\sin \alpha = r : R_1$  und Auswertung von  $G$  erhält man, wenn  $\gamma = 1000$  das spezifische Gewicht des Wassers ist:

$$s = \frac{500 R_1}{r^2 \cdot k} \left[ (h - x) r^2 + \frac{x^3}{3} (3 R_1 - x) \right],$$

woraus für  $r = 0$  und  $r = R_1$  sich die größte und kleinste Blechstärke ergibt. Für die Ringspannung erhält man

$$H_r = \gamma (h - x) R_1 - T.$$

Für weitere Studien vgl. (11), die Aufsätze von Forchheimer (9) und Barkhausen (2), sowie die Veröffentlichungen der Firmen A. Klönne und F. A. Neumann, wegen der Bahnhofwassertürme Tb. Hütte 20, Aufl. III, S. 231 und 563, ferner Literatur 13 und 26.

## Kapitel VI.

### Reinigung des Wassers.

#### § 35. Allgemeines.

Die meisten Oberflächenwässer, aber auch viele Grund- und Quellwässer weisen Verunreinigungen auf, welche vor dem Gebrauch der Wässer entfernt werden müssen.

Man unterscheidet Verunreinigungen:

1. durch Schweb- und Schwimmstoffe,
2. durch makro- und mikroskopische Lebewesen,
3. durch gelöste Stoffe.

Zu 1. Die Reinigung geschieht in Absitzbecken mit oder ohne Zusatz von Chemikalien oder durch Filtration mit oder ohne Vorreinigungsverfahren.

Zu 2. Die makroskopischen Lebewesen (das Plankton) werden entfernt durch Filtration. Die mikroskopischen Lebewesen (Bakterien) werden beseitigt durch Abkochen des Wassers, durch Filtration oder durch die Ozonverfahren.

Zu 3. Von den gelösten Stoffen können in technisch befriedigender Weise beseitigt werden: Eisen, Kalk und die Huminstoffe. Die Aufgabe der Entmanganisierung geht ihrer praktischen Lösung entgegen, während die sehr wichtige Beseitigung der Chloride bisher noch nicht geglückt ist.

Bei der großen Verschiedenheit der Wässer und ihrer Verwendung kommt die Verbindung verschiedener Reinigungsverfahren außerordentlich häufig vor.

### § 36. Absitzbecken.

Sie können Verwendung finden bei verunreinigtem Oberflächenwasser, insbesondere von Flüssen, wo die im Wasser enthaltenen oft ziemlich schweren Suspensionen verhältnismäßig rasch zu Boden fallen, wenn das Wasser in einem Becken ruhig steht oder in langsamem Strom hindurchgeleitet wird. Meist kommt das zweite Verfahren als das billigere in Betracht. Die Reinigung kann beschleunigt werden durch Zusatz koagulierender Chemikalien wie Alaun. Die Wassergeschwindigkeit muß in der Regel sehr klein gewählt werden, etwa 1—2 mm pro Sekunde, so daß jeder Quadratmeter Durchflußquerschnitt 1—2 sl Wasser liefert. Die allgemeine Anordnung der Becken kann derjenigen der Filter- bzw. Hochbehälterbecken nachgebildet werden, sie können offen oder überdeckt sein, die Wassertiefe beträgt 3 bis 4 m. Absitzbecken finden bzw. fanden sich in Hamburg, Altona, Frankfurt a. M. (Nutzwasserwerk mit Mainwasser), London. Eine neue Anlage für Goderich (Kanada, mit 5000 Einwohnern) ist beschrieben in der Zeitschr. f. Transportwesen u. Straßenbau 1909, S. 647.

### § 37. Sandfiltration.

1. Wirkungsweise. Eine Sandfilteranlage besteht im wesentlichen aus einer Schicht feinen Sandes, bei deren Durchdringung das Wasser einen etwaigen Gehalt an Schweb- und Schwimmstoffen und zum Teil auch an Bakterien verliert.

Betrachtet man die Filtersandkörnchen, deren übliche Durchmesser bis auf 1—0,3 mm heruntergehen, als Kugeln von gleichem Durchmesser, so vermögen nur solche Körper die Zwischenräume zwischen den Kugeln

zu passieren, deren Durchmesser kleiner als  $\frac{1}{5}$  des Sanddurchmessers, also kleiner als 0,2—0,06 mm ist. Durch Anwendung des Filtersandes allein wäre es also nicht möglich, Bakterien mit 0,001 mm Länge und die feinsten Tonteilchen mit 0,0001 mm Durchmesser zurückzuhalten. Ihre Beseitigung geschieht vielmehr dank der Bildung der sogenannten Filterschmutzschicht (Ga 1909, S. 406) oder Filterschmutzhaut. Es bildet sich nämlich während des Betriebs in den obersten Teilen der Filter aus den vom Wasser mitgeführten Verunreinigungen eine Schicht aus tierischen, pflanzlichen und anorganischen Resten, welche die Sandzwischenräume außerordentlich verengen und infolge der Adhäsionswirkung ihrer gallertigen Substanz neu ankommende Verunreinigungen des Wassers abfangen. Diese Filterschmutzschicht wird teilweise über dem Sand schweben, teilweise seine obersten Lagen erfüllen. Eine eigentliche Filterschmutzhaut, etwa eine Membran, wie man schon gedacht hat, muß also nicht notwendig vorhanden sein. Dies ändert jedoch nichts an der Tatsache, daß die Reinigung des Wassers über und in der obersten Sandschicht vor sich geht und daß kolloidale Wirkungen hierbei eine wichtige Rolle spielen. Berücksichtigt man hierbei noch die nachgewiesenen chemischen und bakteriellen Wirkungen, so kann man ein Sandfilter als eine Anlage bezeichnen, in welcher der Reinigungseffekt durch mechanisch-physikalische, chemische und biologische Vorgänge bewirkt wird.

Je stärker die Filterschmutzschicht im Betrieb wird, desto größeren Widerstand setzt sie dem Wasserdurchtritt entgegen. Bei einer bestimmten Größe dieses Widerstandes muß das Filter außer Betrieb gesetzt werden, weil die Gefahr wächst, daß die Schicht durchbrochen

und dadurch Schmutzstoffe und Bakterien in Menge durch die Öffnung hindurchgespült werden. Zur Reinigung wird das Filter abgelassen; dadurch sinkt die Filterschmutzschicht auf der Filteroberfläche und in der obersten Sandschicht zusammen und wird durch Abschälen dieser Schicht in einer Dicke von etwa 1,5 cm entfernt. Bei der Wiederinbetriebsetzung des Filters tritt seine reinigende Wirkung erst wieder ein, wenn sich eine neue Schmutzschicht gebildet hat, weshalb man das erste Filtrat etwa 1 Tag lang, bei ganz neuen Filtern bis zu 14 Tagen und mehr ungenützt ablaufen läßt. Die Bildung der Schicht kann beschleunigt werden durch Zusatz koagulierender Mittel (z. B. Alaun) zum Rohwasser, während man durch Zusatz von Kupfervitriol in der Lage ist, dem schädlichen (verfilzenden) Einfluß von Algen in Filtern zu begegnen.

2. Allgemeine Anordnung eines Filters. In der schematischen Darstellung Fig. 81 bedeutet:

- h* den Filterüberdruck,
- ✱ einen Schieber,
- 1 den Rohwasserzulauf, der, wenn nötig, an mehreren Punkten erfolgt,
- 2 die Sand- und Kiesschichten des Filters,
- 3 die Drainage des Filters auf dem Kammerboden, bestehend aus halben Tonröhren, Ziegelsteinen usw.,
- 4 die Ablaufrinnen für das Filtrat,
- 5 den Auslauf des Filtrats in die Vorkammer,
- 6 eine Schwimmereinrichtung zur Regulierung der Filterleistung; sie trägt an der Schraubenmutter 7 das oben mit Schlitz versehen, unten in der Flasche 9 laufende Teleskoprohr 8,
- 10 die Reinwasserableitung,
- 11 den Überlauf für das Rohwasser,
- 12 die Leitung zum Ablassen des über dem Sand stehenden Wassers,
- 13 die Entleerungsleitung für die Vorkammer,
- 14 die Rückfülleitung für die Filter,

15 die Reguliervorrichtung für die Eintauchtiefe der am Teleskoprohr 8 angebrachten Schlitze.

Statt derartiger automatischer Regulierungen für die Filterleistung wurden besonders früher von Hand verstellbare Regulierrschieber bzw. Regulierrschützen verwendet, vgl. (44) S. 20.

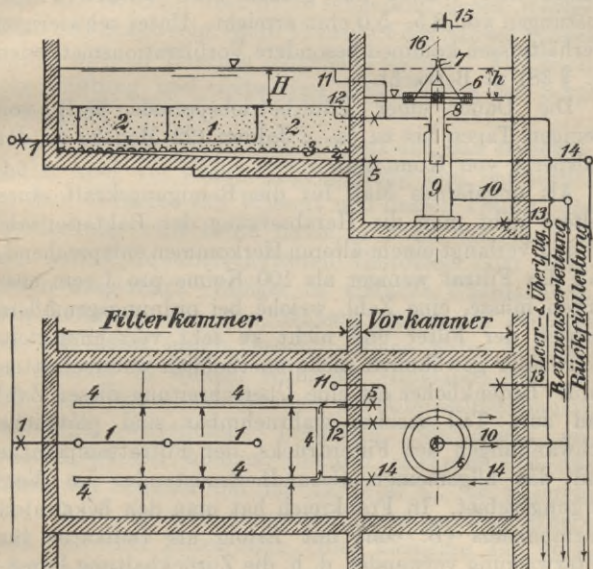


Fig. 80 und 81.

Über die weitere Erläuterung von Fig. 81 vgl. Abs. 4, d und e.

3. Leistung eines Sandfilters. Sie wird ausgedrückt durch die Anzahl der Tageskubikmeter Wasser, welche 1 qm Sandoberfläche bei bestimmtem Filterdruck zu reinigen vermag. Die Filterleistung beträgt unter normalen Verhältnissen 1,5—2,5 cbm pro Quadratmeter

und 24 Stunden. Will man sie während einer ganzen Filterbetriebsperiode gleich erhalten, so muß man den Filterüberdruck  $h$  (Fig. 80) gegen Ende der Periode steigern. Er erreicht dann 1—1,4 m. Bei Talsperrenwasser und Wasser aus großen Seen werden Filterleistungen von 3,5—5,0 cbm erreicht. Unter schwierigen Verhältnissen kommen besondere Vorfiltrationsmethoden (s. § 38) in Betracht.

Die Dauer einer Filterbetriebsperiode läuft von wenigen Tagen bis zu ca. 2 Jahren (22 Monate an der Talsperre von Komotau).

Als ungefähres Maß für die Reinigungskraft eines Filters sieht man die Herabsetzung der Bakterienzahl an und verlangt einem älteren Herkommen entsprechend, daß das Filtrat weniger als 100 Keime pro 1 ccm enthalten müsse, eine Zahl, welche bei ordnungsgemäßigem Betrieb der Filter und nicht zu sehr verschmutztem Rohwasser gewöhnlich nicht unerheblich unterschritten wird. Bedenklicher als eine Überschreitung dieser Zahl und zum Teil rascher wahrnehmbar sind plötzliche Schwankungen des Filterdrucks, der Filtrattemperatur und des allgemeinen Gesundheitszustandes im Versorgungsgebiet. In Frankreich hat man den bekannten Darmbazillus (*B. coli*) mit Erfolg als Indikator für Filterwirkung verwendet, d. h. die Zurückhaltung künstlich dem Rohwasser zugesetzter Bakterienkolonien durch ein Filter wird dort als Kriterium für dessen befriedigende Wirkungsweise verwendet.

Bei stark durch Tonteilchen getrübttem Rohwasser (Nil) versagen gewöhnliche Sandfilter ohne geeignete Vorfiltration vollständig.

#### 4. Einzelheiten der Sandfilter.

a) Filterkammern. Sie werden ähnlich wie die

Hochbehälterkammern angeordnet, mit schwacher Sohlenneigung behufs leichterem Abfluß. Bei Berechnung namentlich der Zwischenwände ist der Sand- und Wasserdruk zu berücksichtigen. Der Zugang bedeckter Kammern soll bequem, aber dicht schließend gegen Wärme, Kälte und Staub sein. Zum Transport des Sandes können ein für allemal Rampen eingebaut werden. Für reichliche Lüftung und zeitweilige Beleuchtung ist Sorge zu tragen.

b) Überdeckung. Sie verteuert den Bau erheblich, schützt aber vor Staub, Algenbildung und namentlich vor dem Gefrieren des Wassers und dessen Folgen. Die Überdeckung wird heute meist in Form von ca. 1 m hoch mit Erde überschütteten Gewölben oder Plandecken ausgeführt. Billiger ist einfache Überdachung, doch erwärmt sich das Wasser hierbei im Sommer mehr als unter festen Decken. Offene Filter kommen am meisten in milden Klimaten (England) vor, sie sind viel billiger, zumal statt der Umfassungsmauern zweifüßige, wasserdicht befestigte Böschungen angewandt werden können. Jedoch erwärmt sich das Wasser im Sommer um bis zu 2—4° C. In unserem Klima kann es sich empfehlen, wenn größere Werke einen Teil ihrer Filter offen, einen kleineren Teil überdeckt anlegen.

c) Sand- und Kiesschichten. Zu den eigentlich filternden Schichten wird feiner reiner (gewaschener) möglichst quarzreicher Sand verwendet. Eventuell wird er durch Mahlung hergestellt. Dieser Sand, von etwa 0,3—1 mm Korn, liegt etwa 60 cm stark auf mehreren Stüttschichten, welche die Wirkung der obersten Sandschichten noch steigern. Man erhält beispielsweise folgende Anordnung:



Wasserhöhe über dem Sand . . . . .	100 cm		
Feiner Filtersand . . . . .	60 cm	} 65 cm Sand	} 135 cm
Größerer Sand, gegen Durch- fallen des feinen Sandes . . . . .	5 cm		
Bohnenkies . . . . .	10 cm	} 20 cm Kies	
Nußkies . . . . .	10 cm		
Eigroßer Kies . . . . .	15 cm	} 50 cm Steine	
Faustgroßer Kies . . . . .	15 cm		
Grobe Steine . . . . .	15—20—25 cm		

Zusammen einschl. des Wassers 230—240 cm

Einfacher können die Filteraufbauten für Talsperrenwasser sein, so hat die Anlage von Einsiedel (Chemnitz) 1,5 m Wasser, 1,0 m Sand, 0,35 m feinen und groben Kies, 0,15 m grobe Kiesel (W. u. A. I, S. 480).

Als Minimum wird man etwa annehmen können: Wasser 80 cm, Sand 60 cm, Kies und Steine 60 cm, zusammen 200 cm. Das Abschälen des verunreinigten Sandes kann erfolgen, bis noch etwa 30 cm Sand im Filter liegen. Statt der Stüttschichten schlägt Oesten (Cbl. 1909, S. 285) vor, die Sandschichten auf einem gelochten Boden aufzubringen und den gleichmäßigen Wasserabfluß dadurch zu gewährleisten, daß der ganze Filterkörper im Wasser steht. (Weitere Literatur: Ga 1899, S. 330; 1900, S. 589 und 613.)

d) Wasserführung (Fig. 81). Die Wasseraufleitung muß so erfolgen, daß eine Verletzung der Sandoberfläche unmöglich ist. Diese geschieht z. B. durch Unterlegen von Steinplatten unter dem Rohwasserauslauf (*I* in Fig. 80). Die Wasserhöhe  $H$  über dem Sand beträgt zwischen 1 und 1,4 m, gegen Überschreitung dieses Maximums wirkt der Überlauf (*II*). Soll das Filter entleert werden, so öffnet man zuerst den Schieber von *I2* und entleert dann erst langsam durch *5* und *13*. Soll das Filter wieder gefüllt werden, so geschieht dies rückwärts aus dem Reinwasserbehälter durch Leitung *14*.

Das filtrierte Wasser fließt durch 4 und 5 in die Vorkammer und durch die Schlitze des Ablaufrohrs 8 in die Reinwasserleitung.

5. Regelung des Filterdrucks. Sie geschieht entweder von Hand durch Arbeiter, durch die Bedienung von Schiebern oder automatisch, wie Fig. 80 zeigt. Das Teleskoprohr 8 ist mit dem Schwimmer 6 durch die Schraubenmutter 7 so verbunden, daß die Schlitze an 8 stets gleich tief ins Wasser der Vorkammer eintauchen, also eine konstante Wassermenge entnehmen. Will man diese Menge verändern, so verschiebt man durch die Reguliervorrichtung 15 die Schraubenspindel 16 und damit das Teleskoprohr 8 gegen den Schwimmer 6. — Über die Regulierung am Oestenschen Filter s. Cbl. 1909, S. 285.

6. Reinwasserbehälter. Er dient:

- a) zum Ausgleich zwischen dem schwankenden Verbrauch und der gleichmäßigen Filterleistung;
- b) zum Rückwärtsfüllen leerer Filter.

Diese beiden Zwecke bedingen, daß sein Wasserspiegel einmal über der Sandoberfläche, ein andermal unter dem Spiegel in der Vorkammer stehe. Diesen Anforderungen wird am einfachsten genügt durch Zerlegen des Behälters in mehrere Kammern von genügend großer Grundfläche.

7. Zubehör. Filteranlagen bedürfen besonderer Einrichtungen zum Waschen, Sortieren und Lagern von Sand und Kies. Auch Meßvorrichtungen (Eichkammern) für die Leistung der einzelnen Filter können notwendig sein. Für diesen Zubehör ist also von Anfang an genügend Raum vorzusehen.

Über einige neuere Verfahren zur Sandreinigung in Filterbecken s. W. u. A., I. Bd., S. 570.

Über ein neues amerikanisches Verfahren, bei welchem das Sandfilter in einem Absitzbecken hängt, vgl. Die weiße Kohle, 1909, S. 33.

### § 38. Besondere Filtrationsmethoden.

1. Schnellfilter. Man versteht hierunter Filter aus grobem Sand oder aus Kies, bei welchen man es nicht zur Bildung einer Filterschmutzschicht kommen läßt, deren Leistung daher quantitativ 10—20 und mehr mal so groß ist als diejenige der normalen Sandfilter. Sie finden Verwendung:

- a) zur Beseitigung der Trübungen, Algen und makroskopischen Lebewesen aus Nutz- und Fabrikationswasser;
- b) zur Vorreinigung trüben Wassers vor der Verwendung normaler Sandfilter;
- c) zur Vorreinigung von Wasser, das nach dem Ozonverfahren (s. § 41) weiter behandelt werden soll.

Die Verschmutzung erfolgt bei Schnellfiltern mehr oder weniger durch die ganze Filtermasse hindurch. Infolge der starken Belastung müssen die Filter sehr häufig gereinigt werden, daher soll die Reinigung unter möglichst geringen Zeit-, Arbeits- und Wasseraufwand erfolgen, womöglich ohne Herausnahme des Filtermaterials. Wichtig ist die Wahl ganz gleichmäßigen Kornes und ebensolcher Filtergeschwindigkeit, besonders wegen der sonst möglichen Durchbrüche einzelner Kanäle im Filtermaterial.

Aus der großen Anzahl der im Handel befindlichen Konstruktionen seien erwähnt diejenigen von H. Reisert in Köln, von G. Bollmann in Hamburg und die bekannten Kröhnkefilter (Ga 1906, S. 12).

Die Schnellfilter werden meist in geschlossener, hölzerner oder eiserner, zylindrischer Form ausgeführt. Die Reinigung erfolgt durch Spülung unter Drehung des Filterkörpers um seine Achse (Kröhnke) bzw. unter Umrühren des Sandes durch einen eisernen Rechen oder schließlich durch Spülung allein. Die Bedienung ist bequem und einfach.

2. Filter nach System Puech - Chabal (spr. Püäch, Fig. 82). Diese französische Konstruktion besteht aus einer treppenartigen Anlage von Grob- und Vorfiltern vor den eigentlichen Sandfiltern, mit zwischengeschalteten Kaskaden

zur Lüftung und Belichtung des Wassers. Diese Anlagen dienen zur Behandlung stark verunreinigten Flußwassers und sind bei uns in Magdeburg und Breslau mit Erfolg im Betrieb. Im Ausland arbeiten bereits eine ganze Reihe dieser Anlagen.

Die Magdeburger Filter sind für 40 000 cbm maximal bemessen und bestehen aus folgenden durch Kaskaden getrennten Filtergruppen:

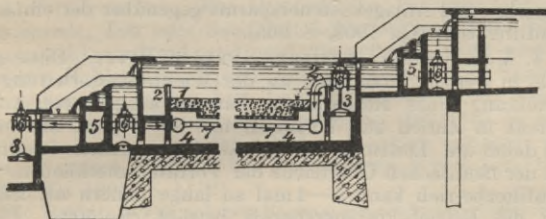


Fig. 82.

I.	Korngröße	20—30 mm;	Leistung	185	debm/qm	} zus. 2100 qm
II.	„	15—20 „	„	120	„	
III.	„	10—15 „	„	60	„	
IV.	„	5—10 „	„	30	„	

Dann folgen 4000 qm Schnellsandfilter und schließlich 18 000 qm normale Feinfilter. Die Keimzahl nimmt in den Puechfiltern Magdeburgs nicht ab, sondern zu, sie sollen auch lediglich Farbe und Trübungen entfernen: zur Vorreinigung dienen; die Spülung geschieht nach System Peter, Pat. Reisert (s. u. 4), in folgender Weise: Nachdem der Wasserspiegel über den Filtern bis auf die Sandoberfläche 1,1 gesenkt ist, werden die Schützen 2 geöffnet, ebenso das Ventil 3. Dadurch strömt das Wasser durch den Raum 4 von unten nach oben durch die Filter und wird unter den gehobenen Schützen 2 abgeleitet. Gleichzeitig wird Druckluft aus den Kammern 5 durch zwei Rohrleitungen mit den Schiebern 6 in gelochte Kanäle 7 und von da mit dem Wasser durch das Filter gedrückt. Die Reinigung ist nach wenigen Minuten beendet. In Magdeburg genügt für die ganze Puech-Filteranlage ein Mann.

3. Doppelfiltration, System Götze. Bei dieser erstmals in Bremen eingeführten Filtriermethode wird ein frisches normales Sandfilter mittels Heberleitung vor ein bereits eingearbeitetes vorgeschaltet. Das frische Filter dient als Vorreiniger. Die Einrichtung empfiehlt sich bei sehr stark verunreinigten (Fluß-) Wässern, deren Keimzahl für ein einziges Filter zu groß ist. Es handelt sich also hier um mehrstufige gleichartige Reinigung eines mit feinsten Verunreinigungen belasteten Rohwassers. Die Doppelfiltration bewirkt eine Betriebs- und Anlagekostensparnis gegenüber der einfachen Sandfiltration (Ga 1903, S. 965).

4. Vor- und Feinfilter, System Peter. Diese erstmals in Zürich, jetzt auch an der Wientalwasserleitung mit Benützung eines Reisertschen Patents ausgeführte Anlage besteht in Zürich aus Vorfiltern mit 40—70, im Maximum 120  $\text{debm/qm}$  Leistung, an welche sich normale Sandfilter mit der neunfachen Oberfläche der Vorfilter anschließen. Der Feinfilterbetrieb kann 3—4 mal so lange dauern als früher, und die Betriebskostensparnis beträgt ca. 50%. Dieses Züricher System hat abweichend von der Doppelfiltration (System Götze) den Zweck, die gröberen Verunreinigungen (Plankton) im Vorfilter zurückzuhalten und das Feinfilter von ihnen zu entlasten. In Zürich halten übrigens schon die Vorfilter etwa 80% der mechanischen Verunreinigungen und 50% der Bakterien zurück.

Die Reinigung des Vorfilters (3 cm Sand über Kies von 2 mm Korn) erfolgt alle 1—2 Tage durch Aufleitung einer vergrößerten Wassermenge und Durchpressen von Druckluft durch das Filter (mindestens 5—10 sl pro Quadratmeter bei 1 m Wassersäulendruck). Die Prozedur dauert 20—30 Minuten. Die Druckluft liefert ein Gebläse. Höchstens 1—2 mal im Jahr werden die Vorfilter ausgepackt (Ga 1889, S. 1126 und 1901, S. 681).

5. Nicht überstaute Sandfilter. Bei dieser neuen französischen Konstruktion wird das Rohwasser durch Düsen (20 Stück pro Quadratmeter) regenförmig über dem Sand verteilt, so, daß keine Überstauung eintritt. Die Korngröße des Sandes ist 0,5—1,5 mm bei 1,3 m Filtertiefe, die Belastung der Filter etwa 2—5  $\text{debm/qm}$ . Bei trübem Wasser kann sich eine Vorklärung empfehlen. Die Unterhaltung der Filter soll einfach sein. Die bakterielle Leistung ist nach

der Originalmitteilung von Baudet, W. u. A. I, S. 441, vorzüglich.

6. Filtertücher wurden schon mehrfach zur Vorreinigung verwendet, wohl erstmals in Remscheid von Borchard, und zwar Flanell- oder Wolltücher. Sie werden dort alle 3—4 Tage ausgewechselt, die Filter erhalten aber dadurch 89—150 Tage gegen 20—30 Tage Betriebszeit. Die Kosten der Tücher sind sehr gering. Die jährliche Betriebskostensparnis belief sich auf 5000 Mk. (Ga 1903, S. 995).

7. Filtersteine. Ein Gemisch aus Porzellanerde, Infusorienerde, Ton oder Sand mit kohlen saurem Kalk, Kleie, Roggenmehl wird geknetet und zu zylinder- oder plattenförmigen Hohlsteinen gepreßt und gebrannt. Beim Erhitzen verbrennen die organischen Teile, Kalk und Asche werden durch verdünnte Säure ausgetrieben, so daß man je nach der Feinheit des verwendeten Materials Steine von mehr oder weniger großen filtrierenden Hohlräumen erhält (Ge 1903, S. 221; Ga 1905, S. 1112).

Die Resultate mit solchen Steinen scheinen im allgemeinen wenig zu befriedigen. Sind einmal die Poren verlagert, so lassen sich die ins Innere der Steine gelangten Verunreinigungen kaum entfernen bzw. unschädlich machen. Über die Filteranlage der Wientalwasserleitung, welche nach kurzer Betriebszeit aufgegeben werden mußte, vgl. Wochenschrift f. d. öff. Baudienst, Wien 1908, S. 110.

Auch die auf ähnlichen Gedanken beruhenden Hausfilter können nur bei sachgemäßer Behandlung, vorsichtiger Beanspruchung und nicht zu langer Betriebsdauer namentlich in bakterieller Beziehung befriedigende Resultate ergeben.

8. Filter aus andern Stoffen. Andere Stoffe wie Filz, Schwamm, Kohle, Bimsstein sind im großen ganzen für praktische Filtrationszwecke namentlich in der Hand von Laien als hygienisch minderwertig zu betrachten. Dagegen soll hier noch erwähnt werden das Sucofilter, ein aus chemisch reinem Asbest hergestelltes grobes Gewebe, das imprägniert, gebrannt und auf ein Gestell gespannt ist. Obwohl die Zahl der Öffnungen pro Quadratcentimeter 30 000 übersteigt, soll sich das Filter nur sehr langsam verlagern. Die Reinigung erfolgt durch Bürsten oder Abbrausen (Z. f. angew. Chemie 1909, Bd. XXII, S. 865). Die bakterielle Leistung scheint nach obiger Quelle auch im praktischen Dauerbetrieb günstig zu sein.

### § 39. Wasserreinigung auf chemischem Wege.

Es gibt eine große Anzahl von Chemikalien, welche die im Wasser gelösten Stoffe in unlösliche Verbindungen überführen und infolge der dabei eintretenden Flockenbildung auch die übrigen Verunreinigungen des Wassers festhalten und ausfällen. Diese chemische Wasserreinigung wird in der Regel ergänzt durch eine meist rasche Filtration.

Bei wechselnder Rohwasserqualität bereitet heute noch die rasche und sichere Bestimmung der richtigen Zusatzmenge, die sogenannte Dosierung, Schwierigkeiten (vgl. D. R. P. Nr. 211 997). Es ist aber nicht zweifelhaft, daß man mehr und mehr dazu kommen wird und kommen muß, auch zum Trinken bestimmte Wässer einer chemischen Vorbehandlung zu unterziehen. Man wird dabei allerdings die Zusätze nach ihrer Einwirkung aus dem Wasser entfernen oder wenigstens nachweisen müssen, daß sie auch bei dauerndem regelmäßigen Genuß des Wassers keinerlei schädliche oder unangenehme Wirkung ausüben.

1. Vorklärung mit schwefelsaurer Tonerde. Wird Aluminiumsulfat gelöst dem zu reinigenden Wasser zugesetzt, so bilden sich Flocken, welche die Verunreinigungen (Ton, Algen, zum Teil auch Bakterien) umhüllen und zu Boden ziehen. Auch wird durch Huminstoffen gefärbtes Wasser farblos. Die Zusatzmenge pro 1 cbm Rohwasser beträgt z. B. bei dem wenig guten Talsperrenwasser der Wientalwasserleitung 15—20 g einer 20 proz. Lösung. Ihre Wirkung beginnt sehr rasch. Einer solchen Vorklärung folgt die endgültige Reinigung des Wassers nach (Zeitschr. f. d. öff. Baudienst, Wien 1908, S. 110).

In den letzten Jahren sind namentlich die sogenannten Jewellfilter, Schnellfilter mit Vorklärung durch schwefelsaure Tonerde, bekannt geworden. Ihre Filterleistung ist ca. 96—120 dcbm/qm, der Filterüberdruck erreicht 3 m und

die Betriebsperioden dauern wegen der großen Leistung nur 12—24 Stunden. Die Jewellfilter eignen sich besonders zur Entfernung toniger Teilchen, des Eisens und der Huminstoffe, in bakterieller Beziehung können sie als richtige Schnellfilter nur unvollkommen arbeiten. Sie brauchen wenig Platz und lassen sich einfach und billig reinigen (Ö. Z. 1906, S. 228; Ga 1907, S. 417 und 546; W. u. A. Bd. I, S. 53, 371 und 486). Fig. 83 zeigt die Wirkungsweise des Jewellfilters im normalen Betrieb (→) und bei der Reinigung (— — →).

Mit schwefelsaurer Tonerde arbeiten außerdem die Bellfilter und die Reevesfilter. Sie bestehen aus geschlossenen eisernen Zylindern; es kommen Drücke von 7—21 m Wassersäule zur Anwendung (Surveyor 1909, Bd. 35, S. 86 ff.).

2. Verwendung von Kupfersulfat. Sie hat hauptsächlich den Zweck, Algenbildung im Wasser zu verhindern, bzw. Algen aus dem Wasser zu beseitigen. Die Ergebnisse sind jedoch noch nicht einwandfrei, da der Erfolg z. B. bei amerikanischen Talsperren bisweilen ausblieb, auch eine ganz ungleichmäßige, hygienisch bedenkliche Verteilung des Zusatzes im Wasser sich ergab (Ge 1909, S. 422).

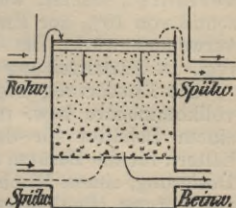


Fig. 83.

### 3. Vorklärung mittels sonstiger Zusätze.

a) Kaliumpermanganat. In einem mit organischen Stoffen verunreinigten Wasser gibt Kaliumpermanganat Sauerstoff ab. Das entstehende Mangansuperoxyd (Braunstein) bildet Flocken, welche namentlich Tonteilchen mit zu Boden reißen. Es genügt als Zusatz 1 kg Permanganat auf 1000 cbm Wasser. Die Ausscheidung beginnt nach etwa 3 Stunden wirksam zu werden.

b) Eisenchlorid kann ebenso verwendet werden.

c) Beim Ferrochlorverfahren werden nach dem Zusatz des Ferrochlors, erhalten aus der Vereinigung verdünnter Lösungen von Kalziumhypochlorit und eines Eisen- oder Eisenaluminiumsalzes, Schnellfilter mit 80 cbm/qm Leistung beschickt. Der Zusatz soll sich gegen Bakterien und Eisen gut bewähren (W. u. A. I, S. 338, II, S. 269).



d) Kalkwasser wurde schon mit Erfolg zur Beseitigung mineral-saurer Eisenverbindungen angewandt.

4. Enthärtung des Wassers. Wegen der Kesselsteinbildung und der Korrosionswirkungen auf den Kesselwänden ist die Enthärtung des Wassers von der größten Bedeutung für die Industrie. Am meisten werden verwendet: Ätznatron ( $\text{NaOH}$ ), Ätzkalk ( $\text{CaO}$ ), d. h. ungelöschter Kalk im Gegensatz zum gelöschten Kalk ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), Soda ( $\text{CO}_3\text{Na}_2$ ); Soda und Ätzkalk meist zusammen bei dem sogenannten Kalksodaverfahren. Bei Anwesenheit von Erdalkalisulfaten (insbesondere Gips) im Rohwasser wurde das Kalksodaverfahren neuerdings von Reisert durch das Kalkbarytverfahren ersetzt, wobei der kohlen-saure Baryt im Überschuß von 10% zur Entfernung der gebildeten Schwefelsäure verwendet wird. Die Erfolge sollen sehr befriedigend sein (vgl. D. Färberzeitung 1907).

Die Enthärtung angewärmten Wassers ( $50-60^\circ$ ) ist eine vollkommenerer bzw. rascherer. Die Apparate bestehen aus einem Behälter für das ev. vorgewärmte Rohwasser, Behältern für die Zusätze nebst Reguliervorrichtungen für deren Dosierung, einem Misch- und Reaktionsraum und einer Klärvorrichtung (Behälter und Filter). Besonders bekannt sind neben vielen andern die Fabrikate von Halvor Breda, Charlottenburg, und H. Reisert, Köln.

Zu wachsender Bedeutung kommt neuerdings das sogenannte Permutitverfahren der Permutitfilter-Co. in Berlin (D. R. P. Nr. 197 111; Erfinder Professor Dr. Gans, Berlin). Es beruht auf der Eigenschaft der künstlichen Zeolithe (basische Aluminatsilikate, genannt „Permutite“), z. B. des Natriumpermutits, die im Wasser enthaltenen Härtebildner Kalk und Magnesia durch Natron zu ersetzen. Die Härte des Wassers verschwindet dabei vollständig. Die Rückverwandlung des auf diese Weise veränderten Permutits geschieht durch Behandlung mit warmer Chlornatriumlösung. Das Verfahren soll sich auch für Eisen und Mangan eignen. Die Kosten betragen noch über 2 Pf. pro 1 cbm Wasser (W. u. A. I, S. 493).

5. Entfernung der Kohlensäure und des Sauerstoffs. Sie wird vielfach notwendig infolge der in § 4, Nr. 7 angegebenen Ursachen. Im kleinen können hierzu Alkalien verwendet werden, St. Johann und Frankfurt a. M. haben

im großen Marmorfilter angewandt. Bei letzterer Anlage (Ga 1909, S. 822 und D. B. 1908, S. 153) passiert das Wasser mit 12—30 cm Druckverlust von unten nach oben fließend zunächst 45 cm Kies, darauf je 8 cm Marmorkies von Walnuß-, Bohnen- und Erbsengröße, danach noch 60 cm Marmorgrus. Die Leistung der Anlage ist 40 cbm/qm. In einem Jahr verschwinden 40 cm Marmorgrus und 10 cm Marmorkies, das sind pro Kubikmeter Wasser 0,06 kg Marmor. Die Härte des Wassers steigt von 1,5 auf 5°, die Betriebskosten betragen 0,2 Pf. pro 1 cbm Wasser.

Bei einer Versuchsanlage in Frankfurt verminderte ein 4 (bzw. 1) m hoher Koksriesler die freie Kohlensäure von 30 auf 4 (bzw. 15) lmg, erhöhte aber den Sauerstoffgehalt von 5 auf 10 lmg.

— Dieselben Zwecke wie das Frankfurter Verfahren verfolgt das chemische Verfahren von Professor Heyer, das zuerst in Dessau angewandt wurde, und die Wehnersche Vakuumrieselung (Ges 1908, S. 747). Bei dieser durchläuft das Wasser fein verteilt einen luftarm gemachten „Entsäuerungskessel“. Die ausgeschiedenen Gase werden abgesaugt. In Freiburg i. Sa. werden nach diesem Verfahren 18 lmg freie Kohlensäure vollständig, 12 lmg Sauerstoff bis auf 2,25 lmg entfernt.

## § 40. Enteisenung und Entmanganisierung.

I. Allgemeines. Die zur Entfernung des im Wasser enthaltenen Eisens angewandten Verfahren bestehen aus zwei Teilen:

1. einem innigen, möglichst lange dauernden Belüften des Wassers; dadurch geht das Eisen, soweit dies nicht schon vorher der Fall war, in kolloidalen Zustand über (Hydrosolform), das Wasser trübt sich leicht braun, um bei weiterer Einwirkung des Sauerstoffs Flockenbildung (Hydrogelform) zu zeigen;

2. dem Abfangen der gebildeten Flocken in Klärkammern und Filtern, wobei der früher abgesetzte Eisen-schlamm durch sogenannte Kontaktwirkung die Ausscheidung noch befördert.

Der Enteisungsvorgang wird befördert durch Kalk- und Magnesiaverbindungen, verzögert durch freie Kohlensäure und gelöste organische Substanzen (s. a. Ges. 1906, S. 418).

Wenn ein Wasser vor der Behandlung schon mit der Luft in Berührung kam, wie bei offenen Leitungen (Zeitschr. f. Architektur und Ingenieurwesen, 1900, S. 162) oder bei Verwendung von Preßluftpumpen, kann die Belüftung unter Umständen entfallen. Ganz ohne Lüftung dürfte die Enteisung nach keinem Verfahren auf die Dauer durchführbar sein.

Die Zahl der im Gebrauch befindlichen Systeme ist außerordentlich groß (s. W. u. A. I, S. 121). Sie unterscheiden sich meist durch das Filtermaterial und die Art der Belüftung. Die Anlagen waren ursprünglich alle offen, neuerdings gewinnen die Druckenteisungsanlagen an Bedeutung (Ga 1903, S. 481). In den meisten Fällen wird es geraten sein, vor Erbauung einer definitiven Anlage, beispielsweise während der hydrologischen Vorarbeiten, kleine Versuchsenteisungsanlagen zu betreiben.

II. Filtermaterial. Hierzu werden in der Hauptsache verwendet: Kies und Sand, Holzspäne und Holzwolle, Koks und Schlacken, Holz- und Knochenkohle, Papier und Eisenfeilspäne. In jeder Beziehung am besten bewährt sich Kies und Sand. Statt der normalen von Piefke ursprünglich angegebenen Feinfilter mit 10—25 dcbm/qm Leistung hat Thiem bei leicht zu enteisendem Wasser auch Grobfilter von 4—10 mm Korn und 25—40 dcbm/qm Leistung verwendet, welche sich durch Spülung (Aufreißen einer Klappe an der Filtersohle) bequem reinigen lassen. Bei den Grobfiltern bildet sich keine Filterschmutzschicht, sondern es findet eine vollständige Erfüllung des Filters mit dem Eisenschlamm statt. Heute werden auch die gewöhnlichen Schnellfilter bei Enteisungsanlagen vielfach angewandt. Hinter dem Filter liegt stets ein Reinwasserbehälter, welcher während

kurzer Filterbetriebspausen, z. B. während der bei größeren Anlagen ca. 30 Minuten dauernden Filterspülpausen den Pumpen das Wasser zu liefern hat.

III. Verfahren von Oesten (Fig. 84). Das Rohwasser fällt durch Brausen fein verteilt aus 2—3 m Höhe auf ein etwa 30 cm tiefes Filter von einerlei Korn herab, worin die Eisenflocken zurückgehalten werden. Die Anlage kann auch in eine Fallrohrleitung unterhalb eines Hochbehälters eingeschaltet werden.

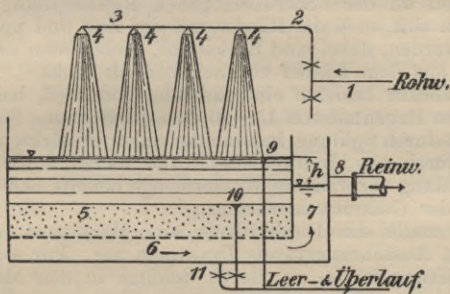


Fig. 84.

(Z. 1906, S. 1114 und Ga 1906, S. 481). Das Filter wird durch Rückspülung gereinigt. Diese Methode setzt jedoch ein Wasser voraus, dessen Eisen leicht und rasch ausfällt, was in der Regel bei höherem Eisengehalt zutrifft. Über den Oestenschen Filterboden vgl. § 37 C, c. In der Fig. 84 bedeutet 1—2—3 die Rohwasserzuleitung, 4 die Brausen, 5 das Filter, 6—7—8 den Weg des Reinwassers, 9 den Überlauf, 10 und 11 Leerläufe.

IV. Verfahren von Piefke. Hierbei wird das Wasser durch ein System gelochter Wellblechrinnen möglichst gleichmäßig über einem aus eigroßen Koksstücken oder Backsteinen oder Holzhornden bestehenden Riesler von

2—4 m Höhe verteilt. Dieses Material liegt auf einem gelochten Boden (Eisenbeton), durch welchen das Wasser sich unterhalb des Rieslers sammeln kann, um von da einem Filter und dem Reinwasserbehälter zuzufließen. Zwischen Riesler und Filter wird man bei starker Eisenausscheidung einen Vorklärraum einschalten.

Der Durchfluß des Wassers dauert beim Riesler 20 bis 60 Sekunden, das Rieseln wirkt daher energischer als die Brause, insbesondere auch wegen des Auftretens von Kontaktwirkungen an der ockerüberzogenen Rieslerfüllung. Daher verlagern sich auch die Riesler mit der Zeit und müssen gereinigt werden, dabei sind Backsteine, Holzhornden und Reisig leichter aus dem Riesler zu entfernen als Koks.

Die Riesler besitzen eine Leistung von 3—5, bei vorhergehendem Regenfall von 15—20 cbm/qm-Stunde. Sie werden gereinigt durch Spülung, indem man einen verstärkten Wasserstrom durch sie hindurchleitet. Die hierzu sowie für die Filterspülung verbrauchte Wassermenge beläuft sich auf etwa 1—3% der Gesamtwassermenge.

Man stellt die Rieslertürme aus Mauerwerk oder bei kleineren Ausführungen aus Drahtnetz her. Für sehr reichliche Lüftung ist — ev. durch Schlitze in den Mauern —

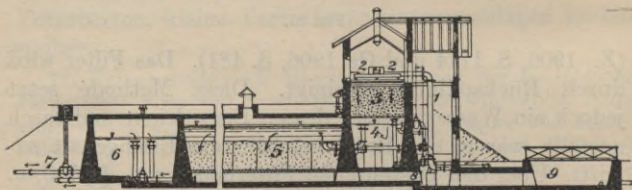


Fig. 85.

Sorge zu tragen. Über einige Anlagen vgl. Ga 1894, S. 595; 1896, S. 650; 1902, S. 149; — Zeitschr. f. Architektur- und Ingenieurwesen 1900, S. 162.

Die Fig. 85 zeigt schematisch eine Enteisungsanlage, ähnlich wie sie Thiem mehrmals erbaut hat. Dabei bedeuten 1 die Rohwasserzuführung, 2 die Wasserverteilung, 3 den Koksriesler, 4 den Vorklärraum, 5 die Filter, 6 den Rein-

wasserbehälter, 7 die Reinwasserableitung, 8 die Spülklappe für die Filter, 9 ein Rückhaltebecken für das Filterspülwasser.

V. Geschlossene Anlagen. Wird ein Filter allseits geschlossen, dem eintretenden Wasser Luft zugepumpt und die Anlage in eine Druckleitung eingeschaltet, so erhält man eine geschlossene Enteisungsanlage. Sie sind für kleinere und mittlere Anlagen billig, bequem und in den besseren Ausführungen hygienisch einwandfrei zu betreiben. Sie verlangen nicht wie die offenen Anlagen doppelte Pumpenanordnung, das Wasser wird nur einmal gehoben, sie dürften aber für ganz große Werke doch komplizierter ausfallen als die offenen Anlagen. Die nötige Luftmenge wird den geschlossenen Anlagen mit oder neben dem Wasser zugepumpt, sie verlangen also einen Antriebsmotor, da die sonst zur Belüftung verwendeten Schnüffelventile nicht immer ausreichen.

Der Filterinhalt wird, wenn verschmutzt, durch Spülung gereinigt, bei einigen Anlagen muß er in hygienisch nicht ganz einwandfreier Weise öfters herausgenommen werden. Die zur Überwindung des Filterdrucks in geschlossenen Anlagen verbrauchte Druckhöhe ist kleiner als die bei offenen Riesleranlagen notwendige.

Im folgenden sollen einige Typen kurz beschrieben werden:

a) Die erste geschlossene Enteisungsanlage stammt von v. d. Linde und Dr. Heß (Ga 1898, S. 730). Die Füllung besteht aus mit Zinnoxid getränkten Holzspänen über einer Kiesschicht. Das Zinnoxid soll die Eisenausscheidung bewirken. Die Auswechslung des rascher Zerstörung ausgesetzten Materials ist unbequem und unhygienisch, die Leistung des Apparats bestritten (Ga 1909, S. 55).

b) Bei dem Apparat von A. Bock, Hannover, wird das Wasser durch einen eisernen, mit sterilisierter Blutbuchen-

holzwolle gefüllten Kessel gedrückt, in welchem sich das Eisen niederschlägt. Das System soll sich nur für Eisengehalte bis zu 0,6 lmg (1 lmg Fe = 1,28 lmg FeO) eignen. In bakterieller Beziehung wird der Apparat zum Teil wenig günstig beurteilt (Ga 1909, S. 55). Die häufig notwendig werdende Herausnahme der aus einem organischen Stoff bestehenden Füllung ist jedenfalls kein Vorzug des Systems (Ga 1904, S. 733, 1104; Ge 1907, S. 745, 761).

c) Der Apparat von Halvor Breda ist ein hoher eiserner Kessel, in welchem das durch einen Kompressor belüftete Wasser zuerst über gebrannten und gekörnten Porzellan- oder Lavakoks als Kontaktmaterial geleitet und dann, nachdem die Luft entwichen, über ein feinkörniges Kiesfilter geschickt wird. Die Anlagen wurden bis jetzt in Größen für 1 bis ungefähr 300 cbm stündlich gebaut, bei Leitungsdrücken von 1—9 Atmosphären. Die zuzusetzende Luftmenge betrug 5—50% der Wassermenge. Die Waschung des anorganischen Materials geschieht durch Rückspülung. Der Reibungswiderstand im Apparat kann von 0,1 auf 0,8—1,0 Atmosphären steigen, bis eine Reinigung notwendig wird, der Spülwasserverbrauch hierfür wird zu etwas über 1% der Gesamtwassermenge angegeben. Zum Vergleich der Systeme b und c siehe Hygien. Rundschau 1909, Nr. 20.

d) Die Candyfilter sind Druckfilter wie die Bellfilter (vgl. § 39, 1), bei welchen das Wasser zuerst ein Material passieren muß, das geeignet ist, Sauerstoff anzuziehen und an organische Stoffe wieder abzugeben. Hierzu verwendet die „Wasser- und Abwasserreinigung, G. m. b. H.“ in Neustadt a. d. H. das ihr gesetzlich geschützte kohlenstoff- und eisenhaltige, stark poröse und wasserdurchlässige Carboferrit.

e) Die Enteisenung des Wassers aus Einzelbrunnen haben sich besonders Deseniß und Jacobi in Hamburg angelegen sein lassen. Ihre Bastardpumpen bringen aus Rohrbrunnen Luft zusammen mit dem Wasser auf ein Filter (D. R. P. Nr. 180 687).

Für kleinere Anlagen dürfte auch der sogenannte Preßluftstab von Interesse werden können (Prometheus 1907, 2. Jan.).

Über weitere Mittel zur Entfernung des Eisengehalts vgl. § 39, 3 und 4 und § 41; ferner Hyg. Rundschau 1909, S. 1161.

VI. Entfernung des Mangans. Es ist schon längere Zeit bekannt, daß Enteisungsanlagen mit guter Lüftung und Filtration in nicht zu großen Mengen vorhandenes Mangan aus dem Wasser zu entfernen vermögen. Proskauer wies nach, daß dies insbesondere bei den leichter gebundenen kohlen-sauren Manganverbindungen und bei Verwendung mindestens 1 m hoher Filter aus feinem, gleichmäßigem, scharfem Korn der Fall ist. Die Frage der Entmanganisierung von Trinkwasser gewann ihre heutige Bedeutung anläßlich der Breslauer Trinkwasserkatastrophe.

Die Entfernung des Mangans ist im großen denkbar, aber zurzeit noch nicht praktisch erprobt, durch folgende Mittel:

1. Fällung durch organische Stoffe (huminstoffhaltiges Wasser).

2. Fällung durch Kaliumpermanganat. Unangenehm ist der hierbei entstehende fade Geschmack des Wassers.

3. Verwendung konzentrierten Kalkwassers mit nachheriger Sedimentation, Filtration und Verbesserung des Geschmacks.

4. Verwendung der künstlichen Zeolithe (Permutite), siehe § 39, 4, ev. nach vorhergegangener Enteisung.

Ein abschließendes Urteil über diese und andere Verfahren ist heute noch nicht möglich (Ge 1908, S. 629 und Ga 1908, S. 963).

VII. Weitere Methoden zur Verbesserung des Wassers. Es ist gelungen, aus Einzelbrunnen mehrere Tage lang eisenfreies Wasser zu erhalten, wenn man eine gewisse Menge sauerstoffreichen Wassers zugeß; in Posen wird ein durch Huminstoffe gebräuntes Tiefengrundwasser durch Mischung mit anderem eisenhaltigen Grundwasser entbräunt und wirkt seinerseits enteisenend und entmanganisierend auf dieses ein. Harte Wässer befördern die Enteisung bei stark huminsaures Eisen enthaltenden Wässern.

Anläßlich der Breslauer Grundwasserkalamität hat der Oberamtmann Grzimek aus Steine bei Breslau als Erster vorgeschlagen, wo sich im Untergrund Stoffe fänden, die, durch Absenkung des Grundwassers der Luft ausgesetzt, sich



zu löslichen Verbindungen oxydieren (Mangan), da solle man durch künstliche Berieselung das Grundwasser dauernd so hoch halten, daß die Atmosphärenluft nicht zu den Stoffen gelangen und oxydierend wirken könne (Zeitschr. f. d. ges. Wasserwirtschaft 1910, S. 21).

### § 41. Ozonisierungsverfahren.

Ozon, die Modifikation  $O_3$  des Sauerstoffs ( $O_2$ ), vermag Bakterien außerordentlich rasch und sicher abzutöten. Im großen wird Ozon erzeugt, indem man hochgespannten elektrischen Strom zwischen zwei durch einen Luftraum getrennten Polen hindurchgehen läßt, ohne daß Funken und Kurzschlüsse auftreten können. Die Anlagen werden stationär und (für Expeditions- und militärische Zwecke) trag- und fahrbar gebaut. Die heutigen Systeme knüpfen sich an die Namen Siemens & Halske (Anlage in Paderborn), Abraham und Marmier (Lille), Tyndall-de-Friese (St-Maur) und Otto (Nizza). Bei allen Systemen braucht man stets nur wenige Gramm Ozon pro 1 cbm Wasser. Ozon und Wasser werden nach dem Prinzip des Gegenstroms gemischt, und zwar beim System Siemens & Halske in bis zu 4 m hohen, mit taubeneigroßen Kieseln gefüllten Rieslertürmen. Bei Abraham und Marmier sind die Türme etwa 8 m hoch und leer, besitzen jedoch in Höhenabständen von je 50 cm feingelochte Böden (7 mm Lochdurchmesser) aus Zelluloid. Nach der Ozonisierung fällt das Wasser behufs Entfernung überschüssigen Ozons über Kaskaden.

Das Rohwasser muß frei von Eisen und Trübungen, also eventuell vorbehandelt sein, da das Ozon an die in den Verunreinigungsflocken nistenden Bakterien nicht heran kann und die Enteisung die Kosten für das Ozon erhöhen würde. Der Erfolg der Verfahren ist

gewährleistet, wenn das Ozon etwas im Überschuß zugesetzt wurde, was der Geruch des frisch gereinigten Wassers erkennen läßt.

Neuerdings haben die Felten-Guillaume-Lahmeyerwerke A.-G. in Frankfurt günstig arbeitende billige Hausozonapparate in den Handel gebracht.

Die Kosten der Verfahren sind noch etwas hoch, sie betragen etwas über 1 Pf. bei Anlagen von 50—60 cbm Stundenleistung (Ges. 1906, Nr. 3; Ge 1906, Nr. 6 und 7).

Paris reinigt heute täglich 900 000 cbm Wasser durch Ozon. Das bekannte Versagen der Wiesbadener Ozonanlage darf nicht dem Ozonverfahren zugeschrieben werden.

## § 42. Sterilisation des Wassers.

Zur Sterilisation des Wassers, welcher ev. eine Vorreinigung des Wassers vorausgehen muß, finden neben der Ozonisierung Verwendung: Kalkmilch, Säuren, Kupfersalze, Chlor und Chlorkalk, Wasserstoffsuperoxyd (in Dosen von 1—2%), Weinstein säure, Zitronensäure. Die Stadt Lincoln reinigte während einer Epidemie 1904/05 ihr sämtliches Wasser mittels Natriumhypochlorid. Für infizierte Leitungen verwendet man nach Flüge 2proz. Phenolschwefelsäure, auch Kalkmilch und Dampf, letzteren besonders zur Keimbefreiung von Brunnen, aus denen man Proben für bakteriologische Untersuchungen entnehmen will.

Für militärische und andere Zwecke hat das Abkochen und Destillieren des Wassers besondere Bedeutung gewonnen. Durch Abkochen in besonderen fahrbaren Apparaten wird das Wasser keimfrei gemacht und damit der ersten militärhygienischen Forderung Genüge geleistet. Die Apparate bestehen aus einem Kessel zum Erhitzen des Wassers, einer Kühlvorrichtung und einem Filter zum Reinigen und Wiederbelüften des Wassers. Teurer und deshalb nur dann angezeigt, wenn auch Salze aus dem Wasser entfernt werden sollen, ist die Destillation des Wassers. Beiderlei Anlagen werden stationär, fahr- und tragbar gebaut. Als Spezialfirma auf diesem Gebiet ist zu nennen Rudolf A. Hartmann in Berlin.

Literatur zu Kapitel VI: 6, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 26, 31, 34, 36, 37, 43, 48.

---

# Sachverzeichnis.

- Abessinierbrunnen 42.  
 Absitzbecken 116.  
 Alkalisalze 25.  
 Ammoniakverbindungen 25.  
 Anforderungen an Trinkwasser 27.  
 Aquädukte 81.  
 Arbeitsbedarf einer Pumpe 95.  
 Artesisches Wasser 32, 41.  
 Ausbau, erster, eines Werks 10.  
 Ausnützung der Werke 11.  
 Aussehen des Wassers 20.  
 Bakterien<sup>¶</sup>26.  
 — Lebensdauer 26.  
 Bastardpumpe von Deseniß & Jacobi 136.  
 Beamtenwohnhaus 88.  
 Beharrungszustand bei Brunnenbetrieb 38.  
 Bellfilter 129, 136.  
 Beobachtungsrohre 36.  
 Betrieb der Werke 10, 87, 89.  
 — automatischer 89.  
 — Sicherheit 89.  
 — tägliche Dauer 90.  
 Betriebskraft 29, 88.  
 Bevölkerungsstand 9, 12, 29.  
 Bezugsquellen für Wasser 30.  
 Bleigehalt des Wassers 25.  
 Bleilösende Eigenschaften des Wassers 22, 25.  
 Bleirohre 66.  
 Bleivergiftungen 22.  
 Boden, Durchlässigkeit für Bakterien 27.  
 Brandfälle 18, 84, 102.  
 Brunnengewebe 45.  
 Candyfilter 136.  
 Carboferrit 136.  
 Chemische Wasserreinigung 128.  
 Chlorgehalt des Wassers 24, 115.  
 Chrenothrix 24.  
 Dämme s. Stauweiher.  
 — unterirdische 47.  
 Destillation 139.  
 Doppelfilter, System Götze 126.  
 Druckhöhenverlust 74.  
 Drucklinie 73.  
 Druckregler 81.  
 Durchlässigkeit der Schichten 27, 33.  
 Durchmesser, wirtschaftlicher 96.  
 Eijkmannsche Methode 26.  
 Eisenalgen 24.  
 Eisenchlorid 129.  
 Eisengehalt des Wassers 23, 131.  
 Eisenrohre 66.  
 Enteisung 131.  
 Enteisungsanlagen, geschlossene 135.  
 — von A. Bock 135.  
 — von H. Breda 136.  
 — von von der Linde und Heß 135.  
 Enthärtung des Wassers 130.  
 Entlüftungskästen 80.  
 Entmanganisierung 131.  
 Entsäuerung des Wassers 21, 130.  
 Ergiebigkeit, spezifische 41.  
 Exprespumpe 92.  
 Fäkalverunreinigung des Wassers<sup>¶</sup>26.  
 Farbe des Wassers 20.  
 Ferrochlorverfahren 129.  
 Filter, System Puech-Chabal 124.  
 — System Peter 126.  
 Filterdruck 123.  
 Filterschmutzschicht 117.  
 Filtersteine 127.  
 Filtertücher 127.  
 Fluktuierende Tagesmenge 103.  
 Flußunterführung 82.  
 Flußwasser 30.  
 Flußwasser, natürlich filtriertes 31.  
 Flußwasserfassung 47.  
 Formstücke 67.  
 Friedhöfe und Trinkwasser 27.  
 Galvanisierte Rohre 66.  
 Garantieversuche 99.  
 Gasgehalt des Wassers 21.  
 Geruch des Wassers 20.  
 Gesamthärte des Wassers 22.  
 Geschmack des Wassers 20.  
 Gewerbliche Betriebe 26, 29.  
 Glührückstand<sup>¶</sup>25.  
 Glühverlust 25.  
 Grundwasser 31.

- Grundwasserbecken 32.  
 Grundwasserbewältigung mit Rohrbrunnen 46.  
 Grundwasserbewegung, Formeln 39.  
 Grundwasserführende Schichten 33.  
 Grundwassergefälle 34.  
 Grundwassergeschwindigkeit, Messung derselben 34.  
 Grundwasserhorizont 32.  
 Grundwasserstände, Messung derselben 34, 36.  
 Grundwasserstockwerk 32.  
 Grundwasserstrom 32.  
 Grundvorarbeiten 36.  
 Grzimeksches Verfahren 137.  
 Gußrohre 66, 68, 76.  
 Härte des Wassers 22.  
 — bleibende 22.  
 — vorübergehende 22.  
 Härtegrade 22.  
 Hauptzuleitung 83.  
 Hausreservoir 20.  
 Heberleitungen 43.  
 Hochbehälter, s. a. Wasertürme.  
 — Ausstattung 104.  
 — Bauausführung 107.  
 — Dichtung 109.  
 Holzrohre 66.  
 Huminstoffe 26.  
 Hydranten 80, 85, 102.  
 Inkrustationen 22.  
 Intzebehälter 112.  
 Jewellfilter 128.  
 Kaliumpermanganat 129.  
 Kaliumpermanganatverbrauch 26.  
 Kalkbarytverfahren 130.  
 Kalksodaverfahren 130.  
 Kalkwasser 130.  
 Kalziumverbindungen 22.  
 Karbonathärte 22.  
 Keimzahl 26, 120.  
 Kesselbrunnen 42.  
 Kesselhaus 88.  
 Kesselsteinbildung 22.  
 Kieselsäure 25.  
 Kochen des Wassers 139.  
 Kohlensäure 21.  
 Kohlenschuppen 88.  
 Kohlenverbrauch 95.  
 Kolibazillen 26, 120.  
 Kupfersulfat 129.  
 Lagerschuppen 88.  
 Leitung, Berechnung derselben 69.  
 — Dichten derselben 76.  
 — Verlegung derselben 76.  
 Luft im Wasser 21, 46, 93.  
 Luftpumpe, Patent Scholl 93.  
 Magnesiumverbindungen im Wasser 22.  
 Mangengehalt des Wassers 24, 115.  
 Mannesmannrohre 66, 69.  
 Manometer 100.  
 Maschinen 92.  
 Maschinenhaus 87.  
 Maximalstundenverbrauch 16, 83.  
 Maximaltagesverbrauch 16, 83.  
 Metertonne 95.  
 Meeresinseln, Wasserversorgung der 25.  
 Mineralsäurehärte 22.  
 Nortonbrunnen 42.  
 Organische Substanz 25.  
 Ortsrohrnetze 85.  
 Oestensches Enteisungsverfahren 133.  
 Ozonisierungsverfahren 138.  
 Pathogene Bakterien 26.  
 Permutitverfahren 22, 130, 137.  
 Phosphorsäuregehalt des Wassers 25.  
 Piefkesches Enteisungsverfahren 133.  
 Porenvolumen 33.  
 Preßluftpumpe 93, 136.  
 Preßluftstab 136.  
 Profilradius 69.  
 Puechfilter 124.  
 Pumpen 92.  
 Pumpwerk, Bestandteile 87.  
 — Lage desselben 87.  
 Quellenergiebigkeit 61.  
 Quellfassungen 61.  
 Quellwasser 31.  
 Reaktion des Wassers 21.  
 Reevesfilter 129.  
 Reinigung des Wassers 115.  
 Reinwasserbehälter 123.  
 Reserven und Reserveanlagen 9.  
 Rohrbrücken 81.  
 Rohrbrunnen 42, 44.  
 Rohrbrunnenpumpen 93.  
 Rohre, Prüfung der 67.  
 Rohrleitungen, Kosten 78.  
 — Reinigung 79.  
 Rohrnormalien 67.  
 Rückschlagklappen 81.  
 Salpetersäure 25.  
 Salpetrige Säure 25.  
 Salzungsmethode von Thiem 35.  
 Sammelbrunnen 43.  
 Sandfilter, allgemeine Anordnung 118.  
 — Einzelheiten 120.  
 — Leistung 119.  
 — nicht überstaute 126.  
 — Wirkung 116.  
 Sauerstoffgehalt des Wassers 21, 130.  
 Sauerstoffzehrung 26.  
 Saugleitung 45, 46.  
 Saugspannung 46.  
 Saugwindkessel 45.  
 Schachtbrunnen 44.  
 Schieber 79.  
 Schlammkästen oder Streifkästen 81.  
 Schleuderrohre 66.  
 Schmiedeeisenrohre 66, 68, 77.  
 Schnellfilter 128.  
 Schwefelsäure 25.  
 Schwefelsaure Tonerde 128.

- Schwefelwasserstoffgehalt 22.  
 Seewasser 30.  
 Seewasserfassungen 48.  
 Seewasser-Temperaturen 49.  
 Sickerrohre 46.  
 Slichtersche Methode 35.  
 Spiegel, artesischer 32.  
 — freier 32.  
 Standrohr 101.  
 Stauweiher, Ausführung 52.  
 — Baugrund 51.  
 — Berechnung 56.  
 — Dämme 53.  
 — Einlauf 59.  
 — Entnahme 58.  
 — Form 55.  
 — Inhalt 52.  
 — Leerlauf 58.  
 — Material 52.  
 — Mörtel 53.  
 — Überlauf 58.  
 — Vorarbeiten 30, 51.  
 — Wasserbeschaffenheit 59.  
 — Wasserdichtheit 54.  
 Steinzeugrohre 66.  
 Sterilisation des Wassers 139.
- Stollen 46, 65.  
 Stollenbehälter 101.  
 Stoßheber 93.  
 Streifkästen 81.  
 Surofilter 127.  
 Talsperren s. Stauweiher.  
 — unterirdische 47.  
 Teergeschmack des Wassers 79.  
 Teilkasten und Teilkugeln 80.  
 Temperatur des Wassers 21.  
 Überdeckung der Rohre 76.  
 Vagabundierende Ströme 79.  
 Vakuumrieselung 131.  
 Versorgungsdruck, bürgerlicher 84.  
 Versorgungszonen 85, 107.  
 Versuchsbrunnen 38.  
 Vorarbeiten, allgemeine 28.  
 Vorklärung des Wassers 128.  
 Wärmeschutz der Leitungen 77.
- Wasserabgabe 20.  
 Wasserbehälter, Inhalt 102.  
 Wasserführende Schichten 32.  
 Wassermesser 15, 20, 80.  
 Wasserpreis 19.  
 Wasserproben, Entnahme derselben 28.  
 Wasserreinigung, chemische 128.  
 Wassertürme 109.  
 — Berechnung 113.  
 — Form 111.  
 Wasserverbrauch 14.  
 Wasserverluste 18, 80.  
 Wasserzins 19.  
 Widder, hydraulischer 93.  
 Windkessel 45, 101.  
 Wirtschaftlicher Durchmesser 96.  
 Wirtschaftliche Erwägungen 9.  
 Wohndichte 12.  
 Zementrohre 66, 72.  
 Zentrifugalpumpen 92.  
 Zeolithe 130.  
 Zinseszins 10.  
 Zisternenwasser 30, 59.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
 KRAKÓW

# August Loeffler

G. m. b. H.

Freiberg in Sachsen

Gegründet 1886

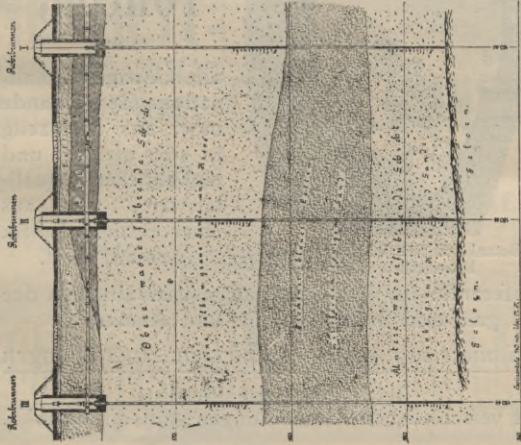
Wasserwerksanlagen

Kanalisationen

Gaswerksanlagen

Straßenbauten

Vorarbeiten,  
Projektierung und Bauausführung voll-  
ständiger Werke und auch Teile solcher



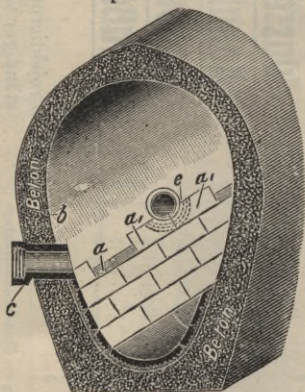
Wasserwerk Döbeln — Rohrbrunnenanlage

**Deutsche Steinzeugwaarenfabrik  
für Canalisation und Chemische Industrie,  
Friedrichsfeld in Baden,**

Verkaufsbureau für Württemberg und Hohenzollern:  
Stuttgart, Neckarstraße 81,

— keinem Syndikate angehörend —

Bayrische Verkaufsstelle: München, Reitmorstr. 12,  
größte und leistungsfähigste Spezialfabrik in Steinzeugartikeln für Städte- und Gemeindekanalisationen,  
empfiehlt ihre rühmlichst bekannten



Betonkanal mit Sohlschalen und  
Knauff'schen Platten.

# Steinzeug- röhren,

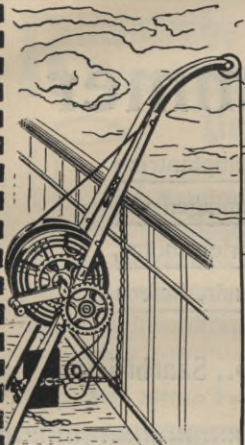
sowie

alle sonstigen Kanalisations-Gegenstände  
usw. aus Steinzeug  
in stets gleicher und  
einheitlicher Quali-  
tätsware, weil aus  
einer einzigen Fabrik  
geliefert wird.

**Lieferantin für die Kanalisationsverwaltungen der  
größeren Städte des In- und Auslandes.**

*Prämiert auf allen beschickten Ausstellungen*

Reich illustrierte Preisliste  
mit verschiedenen Abhandlungen gratis und franko.



**DIE NEUESTEN  
KONSTRUKTIONEN**

auf dem Gebiete  
der

**HYDROMETRISCHEN  
MESSINSTRUMENTE**

Im allgemeinen Gebrauch  
bei den k. k. Ministerien,  
in- & ausländischen Bauämtern.



**NEUHEIT:**

**TORPEDO-HOCH-  
WASSERFLÜGEL**

MIT

**AUFZUGVORRICHTUNG**

**OTTO A. GANSER**

**WIEN, VII.**

**NEUSTIFTGASSE 94**



**TASCHENFLÜGEL, LHMNIGRAPHEN, OM-  
BROGRAPHEN, VERMESSUNGSINSTRUMENTE,  
ETZ. — PREISLISTE AUF VERLANGEN.**



# Bohrhämmer

für Preßluft und Dampftrieb  
sowie kompl. Bohranlagen mit  
Kompressor und Antriebsmotor,  
fahrbar oder stationär, liefern

H. Flottmann & Comp., Saarbrücken

***Maschinenfabrik Geislingen***

*in Geislingen a/St., Württbg.*

*empfiehlt als langjährige Spezialität*

***Francis - Turbinen***  
***Präzisions - Regulatoren***

*Zahlreiche erste Referenzen*

□ □ *Katalog zu Diensten* □ □

# Rheinische Metallwaren- und Maschinenfabrik Düsseldorf- Derendorf



empfiehlt sich zur Lieferung von  
Nahtlosen Siederöhren.  
Kaltgezogenen Röhren



für alle Gebrauchszwecke □ Profilierten Röhren,  
Patentgeschweißten Röhren □ Patentgeschweißten  
Gas- u. Muffenröhren □ Spiralgewweißten Röhren.

Hochwertiges Qualitätsfabrikat, tadellose Ausführung in Stahl  
und Flußeisen.

**Wir bitten Preisliste zu verlangen.**

33<sup>1</sup>/<sub>3</sub>% Gewichtsersparnis  
gegen Gußblei und  
trotzdem bedeu-  
tend höhere  
Betriebs-  
sicher-  
heit

**Bleiwolle**

für Bühnes  
Patent-Muffendichtung



Kein  
Gießofen,  
kein Einformen  
der Muffen, kein Aus-  
pumpen der Gräben nötig!

Pa. Referenzen von Behörden u. Unternehmern

**Aug. Bühne & Cie.**

Metallzerkleinerungswerk **Freiburg** in Baden

Dreyer, Rosenkranz & Droop  
G. m. b. H., Hannover

# Wassermesser

mit

Hartgummi - Meßrad

über 330 000 Stück im Betriebe

# Druck- Verminderungs- Ventile

für

Wasser, Dampf, Luft



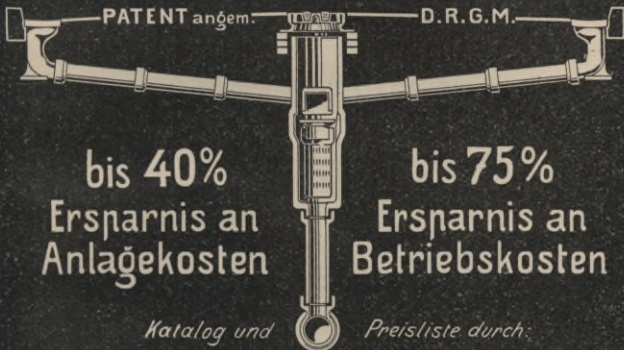
Armaturen für Dampfkessel  
und Maschinen



# EINSINKKASTEN-SYSTEM

PATENT angem.

D.R.G.M.



bis 40%  
Ersparnis an  
Anlagekosten

bis 75%  
Ersparnis an  
Betriebskosten

*Katalog und*

*Preisliste durch:*

## Kanal- & Wasserbau-Gesellschaft

*Telegr. Adresse:  
Bonacina Frankfurt/Main*

**Frankfurt a.M.** *mit beschr. Haftung.  
Fernsprecher 3850*







# Sammlung

Jeder Band  
in Leinw. geb.

80 Pf. **Böfchen**

## Verzeichnis der bis jetzt erschienenen Bände.

- Abwässer. Wasser und Abwässer.** Ihre Zusammensetzung, Beurteilung u. Untersuchung von Professor Dr. Emil Hajelhoff, Vorsteher d. landw. Versuchsstation in Marburg in Hessen. Nr. 473.
- Ackerbau- u. Pflanzenbaulehre** von Dr. Paul Rippert in Essen und Ernst Vangenbeck, Groß-Vichterfelde. Nr. 232.
- Agarwesen und Agrarpolitik** von Prof. Dr. W. Wygodzinski in Bonn. 2 Bändchen. I: Boden und Unternehmung. Nr. 592.
- II: Kapital u. Arbeit in der Landwirtschaft. Verwertung der landwirtschaftl. Produkte. Organisat. d. landwirtschaftl. Berufsstandes. Nr. 593.
- Agrikulturchemie I: Pflanzenernährung** von Dr. Karl Grauer. Nr. 329.
- Agrikulturchemische Kontrollwesen, Das,** v. Dr. Paul Krijsche in Leopoldshall-Staßfurt. Nr. 304.
- **Untersuchungsmethoden** von Prof. Dr. Emil Hajelhoff, Vorsteher der landwirtschaftl. Versuchsstation in Marburg in Hessen. Nr. 470.
- Akustik. Theoret. Physik I: Mechanik und Akustik.** Von Dr. Gustav Säger, Prof. an der Technischen Hochschule in Wien. Mit 19 Abbild. Nr. 76.
- **Musikalische,** von Professor Dr. Karl L. Schäfer in Berlin. Mit 35 Abbild. Nr. 21.
- Algebra. Arithmetik und Algebra** von Dr. S. Schubert, Professor an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 47.
- **Beispielsammlung z. Arithmetik u. Algebra** v. Dr. Hermann Schubert, Prof. a. d. Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 48.
- Algebraische Kurven** v. Eugen Beutel, Oberreallehrer in Baihingen-Enz. I: Kurvendiskussion. Mit 57 Figuren im Text. Nr. 435.
- II: Theorie und Kurven dritter und vierter Ordnung. Mit 52 Figuren im Text. Nr. 436.
- Alpen, Die,** von Dr. Rob. Sieger, Professor an der Universität Graz. Mit 19 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 129.
- Althochdeutsche Literatur** mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Th. Schaufler, Professor am Realgymnasium in Ulm. Nr. 28.
- Alttestamentl. Religionsgeschichte** von D. Dr. Max Vöhr, Professor an der Universität Königsberg. Nr. 292.
- Amphibien. Das Tierreich III: Reptilien und Amphibien** v. Dr. Franz Werner, Professor an der Universität Wien. Mit 48 Abbildungen. Nr. 383.
- Analyse, Techn.-Chem.,** von Dr. G. Lunge, Prof. a. d. Eidgen. Polytechn. Schule in Zürich. Mit 16 Abb. Nr. 195.
- Analysis, Höhere, I: Differentialrechnung.** Von Dr. Frdr. Junker, Rektor des Realgymnasiums und der Oberrealschule in Göppingen. Mit 68 Figuren. Nr. 87.
- **Repetitorium und Aufgabensammlung zur Differentialrechnung** von Dr. Frdr. Junker, Rektor d. Realgymnas. u. der Oberrealsch. in Göppingen. Mit 46 Fig. Nr. 146.
- II: **Integralrechnung.** Von Dr. Friedr. Junker, Rektor des Realgymnasiums und der Oberrealschule in Göppingen. Mit 89 Figuren. Nr. 88.



- Analysis, Höhere. Repetitorium und Aufgabensammlung zur Integralrechnung** von Dr. Friedr. Junker, Rektor des Realgymnasiums und der Oberrealschule in Öppingen. Mit 50 Figuren. Nr. 147.
- **Niedere**, von Prof. Dr. Benedikt Spörer in Ehingen. Mit 5 Fig. Nr. 53.
- Arbeiterfrage, Die gewerbliche**, von Werner Sombart, Prof. a. d. Handelshochschule Berlin. Nr. 209.
- Arbeiterversicherung**, siehe: Sozialversicherung.
- Archäologie** von Dr. Friedrich Koepf, Professor an der Universität Münster i. W. 3 Bändchen. M. 28 Abbildungen im Text und 40 Tafeln. Nr. 538/40.
- Arithmetik u. Algebra** von Dr. Herm. Schubert, Prof. an der Lehrerschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 47.
- **Beispielsammlung zur Arithmetik und Algebra** von Dr. Herm. Schubert, Professor a. d. Lehrerschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 48.
- Armee Pferd, Das**, und die Versorgung der modernen Heere mit Pferden von Felix von Dammig, General der Kavallerie z. D. und ehemal. Preuß. Remonteinspekteur. Nr. 514.
- Armenwesen und Armenfürsorge.** Einführung in die soziale Hilfsarbeit v. Dr. Adolf Weber, Professor an der Handelshochschule in Köln. Nr. 346.
- Ästhetik, Allgemeine**, von Prof. Dr. Max Diez, Lehrer an der kgl. Akademie d. bild. Künste in Stuttg. Nr. 300.
- Astronomie.** Größe, Bewegung u. Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neu bearbeitet von Dr. Herm. Kobold, Professor an der Universität Kiel. I: Das Planetensystem. Mit 33 Abbildungen. Nr. 11.
- II: Kometen, Meteore u. das Sternsystem. Mit 15 Figuren und 2 Sternkarten. Nr. 529.
- Astronomische Geographie** von Dr. Siegmund Günther, Professor an der Technischen Hochschule in München. Mit 52 Abbildungen. Nr. 92.
- Astrophysik.** Die Beschaffenheit der Himmelskörper v. Prof. W. F. Wislicenus. Neu bearbeitet von Dr. H. Ludendorff in Potsdam. Mit 15 Abbild. Nr. 91.
- Ätherische Öle und Riechstoffe** von Dr. F. Kochuffen in Wittig. Mit 9 Abbildungen. Nr. 446.
- Auffasentwürfe** von Oberstudienrat Dr. L. W. Straub, Rektor des Eberhard-Ludwigs-Gymnas. i. Stuttgart. Nr. 17.
- Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate** von Wilh. Weitbrecht, Professor der Geodäsie in Stuttgart. Mit 15 Figuren und 2 Tafeln. Nr. 302.
- 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 Australiens** von Dr. Kurt Hassert, Professor der Geographie an der Handels-Hochschule in Köln. Mit 8 Abb., 6 graph. Tabellen u. 1 Karte. Nr. 319.
- Autogenes Schweiß- und Schneidverfahren** von Ingenieur Hans Niese in Kiel. Mit 30 Figuren. Nr. 499.
- Bade- u. Schwimmanstalten, Öffentliche**, v. Dr. Karl Wolff, Stadt-Oberbaur., Hannover. M. 50 Fig. Nr. 380.
- Baden. Badische Geschichte** von Dr. Karl Brunner, Prof. am Gymnasium in Pforzheim und Privatdozent der Geschichte an der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Nr. 230.
- **Landeskunde von Baden** von Prof. Dr. D. Kienig i. Karlsruhe. Mit Profil., Abbild. und 1 Karte. Nr. 199.
- Bahnhöfe, Hochbauten der Bahnhöfe** von Eisenbahnbauinspektor E. Schwab, Vorstand d. kgl. E.-Hochbau-sektion Stuttgart II. I: Empfangsgebäude. Nebengebäude. Güterschuppen. Lokomotivschuppen. Mit 91 Abbildungen. Nr. 515.
- Balkanstaaten. Geschichte d. christlichen Balkanstaaten** (Bulgarien, Serbien, Rumänien, Montenegro, Griechenland) von Dr. A. Roth in Kempten. Nr. 331.
- 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 von Architekt Emil Beutinger, Assistent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. M. 25 Fig. u. 11 Tabell. Nr. 399.

- Baukunst, Die, des Abendlandes** v. Dr. A. Schäfer, Assist. a. Gewerbemuseum, Bremen. M. 22 Abb. Nr. 74.
- **des Schulhauses** von Prof. Dr.-Ing. Ernst Vetterlein in Darmstadt. I: Das Schulhaus. Mit 38 Abb. Nr. 443.
- II: Die Schulräume — Die Nebenanlagen. Mit 31 Abbild. Nr. 444.
- Bausleine. Die Industrie der künstlichen Bausleine und des Mörtels** von Dr. G. Rauter in Charlottenburg. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.
- Baumstoffkunde, Die,** v. Prof. H. Haberstroh, Oberl. a. d. Herzogl. Baugewerkschule Holzwinden. M. 36 Abb. Nr. 506.
- Bayern. Bayerische Geschichte** von Dr. Hans Odiel in Augsburg. Nr. 160.
- **Landeskunde des Königreichs Bayern** v. Dr. W. Götz, Prof. a. d. kgl. Techn. Hochschule München. Mit Profilen, Abb. u. 1 Karte. Nr. 176.
- Befestigungsweisen. Die geschichtliche Entwicklung des Befestigungswesens vom Aufkommen der Pulvergeschütze bis zur Neuzeit** von Reuleaux, Major b. Stabe d. 1. Westpreuß. Pionierbataill. Nr. 17. Mit 30 Bild. Nr. 569.
- Beschwerderecht. Das Disziplinar- und Beschwerderecht für Heer u. Marine** von Dr. Max Ernst Mayer, Prof. a. d. Univ. Straßburg i. E. Nr. 517.
- Betriebskraft, Die zweckmäßigste,** von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. I. Teil: Einleitung. Dampfkraftanlagen. Verschied. Kraftmaschinen. Mit 27 Abb. Nr. 224.
- II: Gas-, Wasser- u. Wind-Kraft-Anlagen. Mit 31 Abbild. Nr. 225.
- III: Elektromotoren. Betriebskostentabellen. Graph. Darstell. Wahl d. Betriebskraft. M. 27 Abb. Nr. 474.
- Bewegungspiele** v. Dr. E. Kohlrausch, Profess. am Königl. Kaiser Wilhelms-Gymn. zu Hannover. M. 15 Abb. Nr. 96.
- Bleicherei. Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe** v. Dr. Wilh. Massol, Professor a. d. Preuß. höh. Fachschule für Textilindustrie in Arefeld. Mit 28 Figuren. Nr. 186.
- Blütenpflanzen, Das System der, mit Ausschluß der Gymnospermen** von Dr. R. Pilger, Kurator am kgl. Botanischen Garten in Berlin-Dahlem. Mit 31 Figuren. Nr. 393.
- Bodenkunde** von Dr. P. Bageler in Königsberg i. Pr. Nr. 455.
- Brandenburgisch-Preussische Geschichte** von Prof. Dr. M. Thamm, Dir. des Kaiser Wilhelms-Gymnasiums in Montaubaur. Nr. 600.
- Brasilien. Landeskunde der Republik Brasilien** von Bel Rodolpho von Bering. Mit 12 Abbildungen und einer Karte. Nr. 373.
- Brauereiwesen I: Mälzerei** von Dr. Paul Dreverhoff, Direktor der Brauer- u. Mälzerschule zu Grimma. Mit 16 Abbildungen. Nr. 303.
- Britisch-Nordamerika. Landeskunde von Britisch-Nordamerika** von Prof. Dr. A. Doppel in Bremen. Mit 13 Abbild. u. 1 Karte. Nr. 284.
- Buchführung in einfachen und doppelten Posten** von Prof. Rob. Stern, Oberl. der Öffentl. Handelslehranst. u. Doz. d. Handelshochschule z. Leipzig. Mit vielen Formularen. 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 Kempten. Nr. 190.
- Chemie, Allgemeine und physikalische,** von Dr. Max Rudolph, Professor an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit 22 Figuren. Nr. 71.
- **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, Assistent am chemischen Laboratorium der königlichen Technischen Hochschule Stuttgart. I: Von den ältesten Zeiten bis zur Verbrennungstheorie von Lavoisier. Nr. 264.
- II: Von Lavoisier bis zur Gegenwart. Nr. 265.

**Chemie d. Kohlenstoffverbindungen** v. Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I. II: Aliphatische Verbindungen. 2 Teile. Nr. 191. 192.

— — III: Karbocyclische Verbindungen. Nr. 193.

— — IV: Heterocyclische Verbindungen. Nr. 194.

X — **Organische**, von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 38.

— **Pharmazeutische**, von Privatdozent Dr. E. Mannheim in Bonn. 3 Bänden. Nr. 543/44 u. 588.

— **Physiologische**, von Dr. med. A. Legahn in Berlin. I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.

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

— **Zoologische**, von Privatdozent Dr. E. Mannheim in Bonn. Mit 6 Abbildungen. Nr. 465.

**Chemische Industrie, Anorganische**, von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. I: Die Leblancsodaindustrie und ihre Nebenzweige. Mit 12 Taf. Nr. 205.

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

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

**Chemische Technologie, Allgemeine**, von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.

**Chemisch-Technische Analyse** von Dr. G. Lunge, Professor an der Eidgenössischen Polytechnischen Schule in Zürich. Mit 16 Abbild. Nr. 195.

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

— — II: Das christl.-arab. u. das äthiop. Schrifttum. — Das christl. Schrifttum d. Armenier und Georgier. Nr. 528.

**Dampfkessel, Die**. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Obergeringenieur Friedrich Barth in Nürnberg. I: Kesselsysteme und Feuerungen. Mit 43 Figuren. Nr. 9.

— — II: Bau und Betrieb der Dampfkessel. Mit 57 Figuren. Nr. 521.

**Dampfmaschinen, Die**. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Obergeringenieur in Nürnberg. 2 Bde. I: Wärmetheoretische und dampftechnische Grundlagen. Mit 64 Figuren. Nr. 8.

— — II: Bau und Betrieb der Dampfmaschinen. Mit 109 Fig. Nr. 572.

**Dampfturbinen, Die**, ihre Wirkungsweise und Konstruktion von Ingenieur Herm. Wilda, Prof. a. staatl. Technikum in Bremen. Mit 104 Abb. Nr. 274.

**Desinfektion** von Dr. M. Christian, Stabsarzt a. D. in Berlin. Mit 18 Abbildungen. Nr. 546.

**Determinanten** v. P. V. Fischer, Oberl. a. d. Oberrealsch. z. Groß-Lichterf. Nr. 402.

**Deutsche Altertümer** von Dr. Franz Fuhr, Direktor d. städt. Museums in Braunschweig. Mit 70 Abb. Nr. 124.

**Deutsche Fortbildungsschulwesen, Das**, nach seiner geschichtlichen Entwicklung u. in seiner gegenwärt. Gestalt v. S. Sierds, Revisor gewerbl. Fortbildungsschulen in Schleswig. Nr. 392.

**Deutsches Fremdwörterbuch** von Dr. Rudolf 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 Schulr. Prof. Dr. D. Lyon in Dresden. Nr. 20.

**Deutsche Handelskorrespondenz** von Professor Th. de Beaug, 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 Heldenjagd, Die**, von Dr. Otto Luitpold Jiriczek, Professor an der Universität Würzburg. Nr. 32.

**Deutsches Kolonialrecht** von Dr. S. Edler von Hoffmann, Professor an der kgl. Akademie Posen. Nr. 318.

- Deutsche Kolonien. I: Togo und Kamerun** von Prof. Dr. A. Dove. Mit 16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 441.
- **II: Das Südseegebiet und Kiautschou** von Prof. Dr. A. Dove. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 520.
- **III: Ostafrika** von Prof. Dr. A. Dove. Mit 16 Tafeln und 1 lithogr. Karte. Nr. 567.
- 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 des höfischen Epos.** Auswahl a. deutschen Dichtungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junk, Aktuar der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Nr. 289.
- Deutsche Literaturdenkmäler des 14. u. 15. Jahrhunderts.** Ausgewählt und erläutert von Dr. Hermann Jantzen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 181.
- **16. Jahrhunderts. I: Martin Luthers und Thom. Murners.** Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berkt, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.
- **II: Hans Sachs.** Ausgewählt u. erläutert v. Prof. Dr. J. Sahr. Nr. 24.
- **III: Von Brant bis Rollenhagen; Sitten, Sitten, Fischart, sowie Terepos und Fabel.** Ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Julius Sahr. Nr. 36.
- **des 17. und 18. Jahrhunderts bis Klopstocks. I: Lyrik** von Dr. Paul Legband in Berlin. Nr. 364.
- **II: Prosa** von Dr. Hans Legband in Kassel. Nr. 365.
- Deutsche Literaturgeschichte** von Dr. Max Koch, Professor an der Universität Breslau. Nr. 31.
- **der Klassikerzeit** von Carl Weibrecht, durchgesehen und ergänzt von Karl Berger. Nr. 161.
- Deutsche Literaturgeschichte des 19. Jahrhunderts** von Carl Weibrecht, neu bearbeitet von Dr. Rich. Weibrecht in Wimpfen. I. II. Nr. 134. 135.
- Deutschen Mundarten, Die,** v. Prof. Dr. S. Reis in Mainz. Nr. 605.
- Deutsche Mythologie. Germanische Mythologie** von Dr. Eugen Mogh, Prof. a. d. Univerf. Leipzig. Nr. 15.
- Deutschen Personennamen, Die,** v. Dr. Rud. Kleinpaul i. Leipzig. Nr. 422.
- Deutsche Poetik** von Dr. A. Borinski, Prof. an d. Univ. München. Nr. 40.
- Deutsche Redelehre** von Hans Probst, Gymnasialprof. in Bamberg. Nr. 61.
- Deutsche Schule, Die, im Auslande** von Hans Amrhein, Seminar-Oberlehrer in Rhendi. Nr. 259.
- Deutsches Seerecht** v. 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 aufervertragliche Haftung.** Nr. 387.
- Deutsche Stammeskunde** v. Dr. Rudolf Much, a. v. Prof. an der Univerf. Wien. Mit 2 Kart. u. 2 Taf. Nr. 126.
- Deutsches Unterrichtswesen. Geschichte des deutschen Unterrichtswesens** v. Prof. Dr. Friedrich Seiler, Direktor des kgl. Gymnasiums zu Luckau. **I: Von Anfang an bis zum Ende des 18. Jahrhunderts.** Nr. 275.
- **II: Vom Beginn d. 19. Jahrhundert bis auf die Gegenwart.** Nr. 276.
- Deutsche Urheberrecht, Das,** an literarischen, künstlerischen und gewerblichen Schöpfungen, mit besonderer Berücksichtigung der internationalen Verträge von Dr. Gustav Rauter, Patentanwalt in Charlottenburg. Nr. 263.
- Deutsche Volkslied, Das,** ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Jul. Sahr. 2 Bändchen. Nr. 25 u. 132.
- Deutsche Wehrverfassung** von Karl Endres, Geheimer Kriegsrat und vortrag. Rat im Kriegsministerium in München. Nr. 401.
- Deutsches Wörterbuch** v. Dr. Richard Loeewe. Nr. 64.
- Deutsche Zeitungswesen, Das,** von Dr. Robert Brunhuber in Köln a. Rh. Nr. 400.

- Deutsches Zivilprozessrecht** von Professor Dr. Wilhelm Risch in Straßburg i. E. 3 Bände. Nr. 428—430.
- Dichtungen aus mittelhochdeutscher Frühzeit.** In Auswahl mit Einlgt. u. Wörterb. herausgegeben v. Dr. Herm. Janßen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 137.
- Dietrichpen. Kudrun und Dietrichpen.** Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Firiczek, Professor an der Universität Würzburg. Nr. 10.
- Differentialrechnung** von Dr. Frdr. Junker, Rektor des Realgymnasiums und der Oberrealschule in Göppingen. Mit 68 Figuren. Nr. 87.
- **Repetitorium u. Aufgabensammlung zur Differentialrechnung** von Dr. Frdr. Junker, Rektor des Realgymnasiums u. d. Oberrealschule in Göppingen. Mit 46 Fig. Nr. 146.
- Drogenkunde** von Rich. Dorfewitz in Leipzig und Georg Ottersbach in Hamburg. Nr. 413.
- Druckwasser- und Druckluft-Anlagen.** Pumpen, Druckwasser- und Druckluft-Anlagen von Dipl.-Ingen. Rudolf Bogdt, Regierungsbaum. a. D. in Aachen. Mit 87 Fig. Nr. 290.
- Eddalieder** mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Dr. Wilhelm Ranisch, Gymnasial-Oberlehrer in Osnabrück. Nr. 171.
- Eisenbahnbau. Die Entwicklung des modernen Eisenbahnbaues** von Dipl.-Ing. Alfred Birk, o. ö. Prof. a. d. k. k. Deutsch. Techn. Hochschule in Prag. Mit 27 Abbild. Nr. 553.
- Eisenbahnfahrzeuge** von S. Hinnenthal, Regierungsbaumeister u. Oberingenieur in Hannover. I: Die Lokomotiven. Mit 89 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Nr. 107.
- II: Die Eisenbahnwagen u. Bremsen. Mit Anhang: Die Eisenbahnfahrzeuge im Betrieb. Mit 56 Abb. im Text und 3 Tafeln. Nr. 108.
- Eisenbahnpolitik. Geschichte der deutschen Eisenbahnpolitik** von Betriebsinspektor Dr. Edwin Koch in Karlsruhe i. B. Nr. 533.
- Eisenbetonbau, Der, v. Reg.-Baumeist. Karl Köhler.** Mit 75 Abbild. Nr. 349.
- Eisenhüttenkunde** von A. Krauß, dipl. Hütteningenieur. I: Das Roheisen. Mit 17 Figuren u. 4 Tafeln. Nr. 152.
- Eisenhüttenkunde II: Das Schmiedeeisen.** Mit 25 Fig. u. 5 Taf. Nr. 153.
- Eisenkonstruktionen im Hochbau** von Ingenieur Karl Schindler in Meissen. Mit 115 Figuren. Nr. 322.
- Eiszeitalter, Das, v. Dr. Emil Werth** in Berlin-Wilmersdorf. Mit 17 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 431.
- Elastizitätslehre für Ingenieure I: Grundlagen und Allgemeines über Spannungszustände, Zylinder, Ebene Platten, Torsion, Gehrümte Träger.** Von Dr.-Ing. Mag Enßlin, Professor an der Königl. Baugewerkschule Stuttgart und Privatdozent an der Techn. Hochschule Stuttgart. Mit 60 Abbild. Nr. 519.
- Elektrischen Meßinstrumente, Die,** von J. Herrmann, Professor an der Technischen Hochschule in Stuttgart. Mit 195 Figuren. Nr. 477.
- Elektrische Telegraphie, Die,** von Dr. Lud. Kellstab. M. 19 Fig. Nr. 172.
- Elektrizität. Theoret. Physik III: Elektrizität u. Magnetismus** von Dr. Gust. Säger, Prof. a. d. Techn. Hochschule in Wien. Mit 33 Abb. Nr. 78.
- Elektrochemie** von Dr. Heinr. Danneel in Genf. I: Theoretische Elektrochemie und ihre physikalisch-chemischen Grundlagen. Mit 16 Figuren. Nr. 252.
- II: Experimentelle Elektrochemie, Meßmethoden, Leitfähigkeit, Lösungen. Mit 26 Figuren. Nr. 253.
- Elektromagnet. Lichttheorie. Theoretische Physik IV: Elektromagnetische Lichttheorie u. Elektronik** von Professor Dr. Gust. Säger in Wien. Mit 21 Figuren. Nr. 374.
- Elektrometallurgie** von Dr. Friedr. Regelsberger, kais. Regierungsrat in Steglitz-Berlin. M. 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 Figuren und 16 Tafeln. Nr. 197.
- III: Die Wechselstromtechnik. Mit 126 Figuren und 16 Tafeln. Nr. 198.
- **Die Materialien des Maschinenbaues und der Elektrotechnik** v. Ingenieur Professor Hermann Wilda in Bremen. Mit 3 Abbild. Nr. 476.

- Essig-Bohringen, Landeskunde v.**, von Prof. Dr. N. Langenbeck in Strassburg i. E. M. 11 Abb. u. 1 Karte. Nr. 215.
- Englisch-deutsches Gesprächsbuch** von Professor Dr. E. Hausknecht in Lausanne. Nr. 424.
- Englische Geschichte** von Prof. L. Gerber, Oberlehrer in Düsseldorf. Nr. 375.
- Englische Handelskorrespondenz v.** E. C. Whilfield, 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.
- **Grundzüge und Haupttypen der englischen Literaturgeschichte** von Dr. Arnold M. M. Schröder, Prof. an der Handelshochschule in Köln. 2 Teile. Nr. 286, 287.
- Entwicklungsgeschichte der Tiere** von Dr. Johannes Meisenheimer, Professor der Zoologie an der Universität Jena. I: Furchung, Primitivanlagen, Larven, Formbildung, Embryonalhüllen. Mit 48 Fig. Nr. 378.
- II: Organbildung. Mit 46 Fig. Nr. 379.
- Epigonen, Die, des höfischen Epos.** Auswahl aus deutschen Dichtungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junk, Altvarianter der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Nr. 289.
- Erdmagnetismus, Erdstrom, Polarsicht** von Dr. N. Nippoldt, Mitglied des königlich Preussischen Meteorologischen Instituts in Potsdam. Mit 17 Abbild. und 5 Tafeln. Nr. 175.
- Erdleise, Länderkunde der außereuropäischen**, von Dr. Franz Heiderich, Professor an der Exportakademie in Wien. Mit 11 Textkärtchen und Profilen. Nr. 63.
- Ernährung und Nahrungsmittel v.** Oberstabsarzt Professor H. Bischoff in Berlin. Mit 4 Abbildungen. Nr. 464.
- Ethik** von Professor Dr. Thomas Achilles in Bremen. Nr. 90.
- Europa, Länderkunde von**, von Dr. Franz Heiderich, Professor an der Exportakademie in Wien. Mit 14 Textkärtchen und Diagrammen und einer Karte der Alpeneinteilung. Nr. 62.
- Exkursionsflora von Deutschland** zum Bestimmen der häufigeren in Deutschland wildwachsenden Pflanzen von Dr. W. Migula, Professor an der Forstakademie Eisenach. 2 Teile. Mit je 50 Abbildung. Nr. 268 u. 269.
- Explosivstoffe.** Einführung in die Chemie der explosiven Vorgänge von Dr. S. Brunswig in Steglitz. Mit 6 Abbildungen und 12 Tab. Nr. 333.
- Familienrecht. Recht des Bürgerlichen Gesetzbuches. Vieries Buch: Familienrecht** von Dr. Heinrich Tige, Professor an der Universität Göttingen. Nr. 305.
- Färberei. Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe** von Dr. Wilhelm Massot, Professor an der Preussischen höheren Fachschule für Textilindustrie in Arefeld. Mit 28 Figuren. Nr. 186.
- Feldgeschütz, Das moderne**, von Oberstleutnant W. Seydenreich, Militärlehrer an 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. M. 1 Abb. Nr. 306.
- II: Die Entwicklung des heutigen Feldgeschützes auf Grund der Erfindung des rauchlosen Pulvers, etwa 1890 bis zur Gegenwart. Mit 11 Abb. Nr. 307.
- Fernsprechwesen, Das**, von Dr. Ludwig Kellstab in Berlin. Mit 47 Figuren und 1 Tafel. Nr. 155.
- Festigkeitslehre** von W. Hauber, Diplom-Ingenieur. Mit 56 Fig. Nr. 288.
- **Aufgabensammlung zur Festigkeitslehre mit Lösungen** von R. Haren, Diplom-Ingenieur in Mannheim. Mit 42 Figuren. Nr. 491.
- Fette, Die, und Öle** sowie die Seifen- u. Kerzenfabrikat. u. d. Harze, Lacke, Firnisse m. ihren wichtigst. Hilfsstoffen von Dr. Karl Braun in Berlin. I: Einführ. in die Chemie, Bespred. einiger Salze u. d. Fette und Öle. Nr. 335.
- II: Die Seifenfabrikation, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation. Mit 25 Abbild. Nr. 336.
- III: Harze, Lacke, Firnisse. Nr. 337.

**Feuerwaffen. Geschichte der gesamten Feuerwaffen bis 1850.** Die Entwicklung der Feuerwaffen von ihrem ersten Auftreten bis zur Einführung der gezogenen Hinterlader, unter besonderer Berücksichtigung der Seeresbewaffnung v. Hauptmann a. D. W. Wohlke, Sieglitz-Berlin. Mit 105 Abbildungen. Nr. 530.

**Filzfabrikation. Textil-Industrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation** von Professor Max Gürtler, Geh. Regierungsr. im kgl. Landesgewerbeamt z. Berlin. M. 29 Fig. Nr. 185.

**Finanzsysteme d. Großmächte, Die, (Internationales Staats- u. Gemeinde-Finanzwesen)** von D. Schwarz, Geh. Oberfinanzrat in Berlin. Zwei 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 Sjinnyei, Prof. an der Universität Budapest. Nr. 463.

**Finnland. Landeskunde des Europäischen Rußlands nebst Finnlands** von Professor Dr. A. Philippson in Halle a. S. Nr. 359.

**Firnisse. Harze, Lacke, Firnisse** von Dr. Karl Braun in Berlin. (Fette und Öle III.) Nr. 337.

**Fische. Das Tierreich IV: Fische** von Professor Dr. Max Rauther in Neapel. Mit 37 Abbild. Nr. 356.

**Fischerei und Fischzucht** von Dr. Karl Eckstein, Professor an der Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens. Nr. 159.

**Flora. Exkursionsflora von Deutschland** zum Bestimmen der häufigeren in Deutschland wildwachsenden Pflanzen von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. 2 Teile. Mit je 50 Abbildungen. Nr. 268, 269.

**Flußbau** von Regierungsbaumeister Otto Rappold in Stuttgart. Mit vielen Abbildungen. Nr. 597.

**Forensische Psychiatrie** von Professor Dr. W. Weygandt, Direktor der Irrenanstalt Friedrichsberg in Hamburg. Zwei Bändchen. Nr. 410 und 411.

**Forstwissenschaft** von Dr. Ad. Schwappach, Prof. a. d. Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirig. bei d. Hauptstation d. forstl. Versuchswes. Nr. 106.

**Fortbildungsschulwesen. Das deutsche, nach seiner geschichtl. Entwicklung und in seiner gegenwärt. Gestalt** von H. Siercks, Revisor gewerbli. Fortbildungsschulen in Schleswig. Nr. 392.

**Franken. Geschichte Frankens** von Dr. Christ. Meyer, kgl. preuß. Staatsarchivar a. D. in München. Nr. 434.

**Frankreich. Französische Geschichte** von Dr. R. Sternfeld, Professor an d. Universität Berlin. Nr. 85.

**Frankreich. Landesk. v. Frankreich** v. Dr. Richard Neuse, Direkt. d. Ober-Realschule in Spandau. 1. Bändchen. Mit 23 Abbild. im Text und 16 Landschaftsbildern auf 16 Tafeln. Nr. 466.  
— 2. Bändchen. Mit 15 Abbild. im Text, 18 Landschaftsbildern auf 16 Tafeln und einer lithogr. Karte. Nr. 467.

**Französisch-deutsches Gesprächsbuch** von C. Francillon, Lektor am orientalisches Seminar u. an d. Handels-hochschule in Berlin. Nr. 596.

**Französische Handelskorrespondenz** von Professor Th. de Beaug, Officier de l'Instruction Publique. Nr. 183.

**Fremdwort. Das, im Deutschen** von Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 55.

**Fremdwörterbuch, Deutsches,** von Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 273.

**Fuge. Erläuterung und Anleitung zur Komposition** derselben v. Prof. Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 418.

**Funktionentheorie, Einleitung in die, (Theorie der komplexen Zahlenreihen)** von Max Rose, Oberlehrer an der Goetheschule in Deutsch-Wilmersdorf. Mit 10 Figuren. Nr. 581.

**Fußartillerie, Die, ihre Organisation, Bewaffnung und Ausbildung** von Splett, Oberleutnant im Lehrbataillon der Fußartillerie-Schießschule u. Biermann, Oberleutnant in der Versuchsbatterie der Artillerie-Prüfungskommission. Mit 35 Figuren. Nr. 560.

- Gardinenfabrikation, Textilindustrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation** v. Professor Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Königl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Figuren. Nr. 185.
- Gas- und Wasserinstallationen mit Einschluß der Aborisanlagen** von Professor Dr. phil. und Dr.-Ingen. Eduard Schmitt in Darmstadt. Mit 119 Abbildungen. Nr. 412.
- Gaskraftmaschinen, Die**, von Ing. Alfred Kirschke in Kiel. Mit 55 Figuren. Nr. 316.
- Gasthäuser und Hotels** von Architekt Max Wöhler in Düsseldorf. I: Die Bestandteile und die Einrichtung des Gasthauses. Mit 70 Figuren. Nr. 525.  
— II: Die verschiedenen Arten von Gasthäusern. Mit 82 Fig. Nr. 526.
- Gebirgsartillerie. Die Entwicklung der Gebirgsartillerie** von Alufmann, Oberst und Kommandeur der 1. Feldartillerie-Brigade in Königsberg i. Pr. Mit 78 Bildern und Übersichtstafeln. Nr. 531.
- Genossenschaftswesen, Das, in Deutschland** von Dr. Otto Vindecke in Düsseldorf. Nr. 384.
- Geodäsie. Vermessungskunde** von Diplom.-Ing. B. Werkmeister, Oberlehrer an der Kaiserl. Technisch. Schule in Straßburg i. E. I: Feldmessen und Nivellieren. Mit 146 Abbild. II: Der Theodolit. Trigonometrische und barometrische Höhenmessung. Tachymetrie. Mit 109 Abbildungen. Nr. 468 u. 469.
- Geologie** in kurzem Auszug für Schulen und zur Selbstbelehrung zusammengestellt von Professor Dr. Eberh. Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln mit 51 Figuren. Nr. 13.
- Geometrie, Analytische, der Ebene** von Professor Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 57 Figuren. Nr. 65.  
— **Aufgabensammlung zur Analytischen Geometrie der Ebene** von D. Th. Bürklen, Professor am Königl. Realgymnasium in Schwäb.-Gmünd. Mit 32 Figuren. Nr. 256.
- Geometrie, Analytische, d. Raumes** v. Prof. Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 28 Abbildungen. Nr. 89.  
— **Aufgabensammlung zur Analytischen Geometrie des Raumes** von D. Th. Bürklen, Professor am Königl. Realgymnasium in Schwäb.-Gmünd. Mit 8 Figuren. Nr. 309.  
— **Darstellende**, v. Dr. Robert Haufner, Professor an der Universität 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 Doehlemann, Professor an der Universität München. Mit 91 Figuren. Nr. 72.
- Geometrische Optik, Einführung in die**, von Dr. W. Hinrichs in Wilmersdorf-Berlin. Nr. 532.
- Germanisches Zeichen** von S. Bedter, Architekt und Lehrer an der Baugewerkschule in Magdeburg, neubearbeitet von Professor J. Bonderlinn in Münster. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.
- Germanische Mythologie** von Dr. E. Mogk, Prof. a. d. Univ. Leipzig. Nr. 15.
- Germanische Sprachwissenschaft** von Dr. Rich. Coewe. Nr. 238.
- Gesangskunst. Technik der deutschen Gesangskunst** von Oskar Noé und Dr. Hans Joachim Moser. Nr. 576.
- Geschichtswissenschaft, Einleitung in die**, von Dr. Ernst Bernheim, Prof. an der Univ. Greifswald. Nr. 270.
- Geschütze, Die modernen, der Fußartillerie** von Mummenhoff, Major und Lehrer an der Fußartillerie-Schule in Jüterbog. 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**, von Dr.-Ing. S. Kröner in Friedberg. Mit viel. Figuren. Nr. 604.
- Gesehbuch, Bürgerliches**, siehe: Recht des Bürgerlichen Gesehbuches



- Gesundheitslehre. Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten** von E. Rebmann, Oberlehrer in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbildungen 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, Professor an der Handelshochschule Berlin. Nr. 209.
- Gewerbliche Bauten. Industrielle und gewerbliche Bauten** (Speicher, Lagerhäuser und Fabriken) von Architekt Heinrich 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- und Gewichtswesen** von Dr. Aug. Blind, Prof. a. d. Handelsch. i. Köln. Nr. 283.
- Giebereimaschinen** von Dipl.-Ing. Emil Treiber in Heidenheim a. B. Mit 51 Figuren. Nr. 548.
- Glas- und keramische Industrie (Industrie der Silikate, der Bausteine und des künstlichen Mörtels I)** von Dr. Gustav Rauter in Charlottenburg. Mit 12 Taf. Nr. 233.
- Gleichstrommaschine, Die**, von Ingenieur Dr. C. Künzbrunner in Manchester. Mit 81 Figuren. Nr. 257.
- Gleiserkunde** von Dr. Frh. Machacek in Wien. Mit 5 Abbildungen im Text und 11 Tafeln. Nr. 154.
- Gotische Sprachdenkmäler** mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterung. v. Dr. Herm. Zanhen, Direktor d. Königin Luise-Schule i. Königsberg i. Pr. Nr. 79.
- Gottfried von Strassburg. Hartmann von Aue. Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Strassburg.** Auswahl aus dem höfisch. Epos mit Anmerk. u. Wörterbuch v. Dr. A. Marold, Prof. am Agl. Friedrichskollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.
- Graphischen Künste, Die**, von Carl Kampmann, k. k. Lehrer an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit zahlreichen Abbildungen und Beilagen. Nr. 75.
- Griechische Altertumskunde** von Professor Dr. Rich. Maisch, neu bearbeitet von Rektor Dr. Franz Pohlhammer. Mit 9 Vollbildern. Nr. 16.
- Griechische Geschichte** von Dr. Heinrich Swoboda, Professor an der deutschen Universität Prag. Nr. 49.
- Griechische Literaturgeschichte** mit Berücksichtigung d. Geschichte d. Wissenschaften von Dr. Alfred Gercke, Prof. an der Univerf. Breslau. 2 Bänden. Nr. 70 und 557.
- Griechischen Sprache, Geschichte d., I: Bis zum Ausgange der klassischen Zeit** von Dr. Otto Hoffmann, Prof. a. d. Universität Münster. Nr. 111.
- Griechische u. römische Mythologie** v. Prof. Dr. Herm. Steuding, Rektor d. Gymnasiums in Schneeberg. Nr. 27.
- Grundbuchrecht, Das formelle**, von Oberlandesgerichtsr. Dr. J. Krehschmar in Dresden. Nr. 549.
- Handelspolitik, Auswärtige**, von Dr. Heinr. Sieveking, Professor an der Universität Zürich. Nr. 245.
- Handelsrecht, Deutsches**, von Dr. Karl Lehmann, Professor an der Universität Göttingen. I: Einleitung. Der Kaufmann und seine Hilfspersonen. Offene Handelsgesellschaft. Kommandit- und stille Gesellschaft. Nr. 457.
- II: Aktiengesellsch. Gesellsch. m. b. H. Eing. Gen. Handelsgesch. Nr. 458.
- Handelschulwesen, Das deutsche**, von Direktor Theodor Blum in Dessau. Nr. 558.
- Handelsstand, Der**, von Rechtsanwalt Dr. jur. Bruno Springer in Leipzig. (Kaufmänn. Rechtsk. Bd. 2.) Nr. 545.
- Handelswesen, Das**, von Geh. Oberregierungsrat Dr. Wilh. Veris, 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 und ihr heutiger Stand von G. Wrzodek, Hauptmann und Kompagniechef im Infanterie-Regim. Freiherr Siller von Gärtringen (4. Posenches) Nr. 59 in Soldau. Mit 21 Abbildungen. Nr. 366.

- Harmonielehre** von A. Salm. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 120.
- Harimann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Straßburg.** Auswahl aus dem höfischen Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch von Dr. A. Marold, Professor am königlichen Friedrichskollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.
- Harze, Lacke, Firnisse** von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette und Ole III.) Nr. 337.
- Hauptliteraturen, Die, d. Orients** v. Dr. M. Haberlandt, Privatdoz. a. d. Univerf. Wien. I. II. Nr. 162. 163.
- Hebezeuge, Die,** ihre Konstruktion u. Berechnung von Ing. Prof. Hermann Wilda, Bremen. M. 399 Abb. Nr. 414.
- Heeresorganisation, Die Entwicklung der,** seit Einführung der stehenden Heere von Otto Neuchler, Hauptmann u. Batteriechef in Ulm. I: Geschichtl. Entwicklung bis zum Ausgange d. 19. Jahrh. Nr. 552.
- Heizung u. Lüftung** v. Ing. Johannes Körling in Düsseldorf I: Das Wesen und die Berechnung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 34 Fig. Nr. 342.
- II: Die Ausführung d. Heizungs- u. Lüftungsanlage. Mit 191 Fig. Nr. 343.
- Hessen, Landeskunde des Großherzogtums Hessen, der Provinz Hessen-Nassau und des Fürstentums Waldeck** von 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** von Dr.-Ing. A. Fischer in in Hamburg-Bergedorf. Mit vielen Figuren. Nr. 609.
- Holz, Das.** Aufbau, Eigenschaften u. Verwendung v. Ingen. Prof. Hermann Wilda in Bremen. M. 33 Abb. Nr. 459.
- Hotels, Gasthäuser und Hofels** von Architekt Max Wöhler in Düsseldorf. I: Die Bestandteile u. d. Einrichtung d. Gasthauses. Mit 70 Figuren. Nr. 525.
- II: Die verschiedenen Arten v. Gasthäusern. Mit 82 Figuren. Nr. 526.
- Hydraulik** von W. Hauber, Dipl.-Ing. in Stuttgart. Mit 44 Fig. Nr. 397.
- Hygiene des Städtebaus, Die,** von Professor S. Chr. Nuschbaum in Hannover. Mit 30 Abbildungen. Nr. 348.
- Hygiene d. Wohnungswesens, Die,** von Prof. S. Chr. Nuschbaum in Hannover. Mit 5 Abbildungen. Nr. 363.
- Iberische Halbinsel, Landeskunde der Iberischen Halbinsel** von Dr. Fritz Regel, Prof. a. d. Univ. Würzburg. Mit 8 Kärtchen u. 8 Abb. im Text und 1 Karte in Farbendruck. Nr. 235.
- Indische Religionsgeschichte** v. Prof. Dr. Edmund Hardy. Nr. 83.
- Indogerman. Sprachwissenschaft** v. Dr. R. Meringer, Professor an der Univerf. Graz. Mit 1 Tafel. Nr. 59.
- Industrielle u. gewerbliche Bauten** (Speicher, Lagerhäuser und Fabriken) von Architekt Heinrich 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.
- Infektionskrankheiten, Die, und ihre Verhütung** von Stabsarzt Dr. W. Hoffmann in Berlin. Mit 12 vom Verfasser gezeichneten Abbildung. und einer Fiebertafel. Nr. 327.
- Insekten. Das Tierreich V: Insekten** von Dr. J. Groh in Neapel (Stazione Zoologica). Mit 56 Abbildungen. Nr. 594.
- Instrumentenlehre** v. Musikdir. Franz Mayerhoff i. Chemnitz. I: Text. Nr. 437.
- II: Notenbeispiele. Nr. 438.
- Integralrechnung** von Dr. Friedr. Junker, Rektor des Realgymnasiums und der Oberrealschule in Göppingen. Mit 89 Figuren. Nr. 88.
- **Repetitorium und Aufgabensammlung zur Integralrechnung** von Dr. Friedrich Junker, Rektor des Realgymnasiums u. d. Oberrealschule in Göppingen. Mit 52 Fig. Nr. 147.
- Israel. Geschichte Israels bis auf die griechische Zeit** von Lic. Dr. J. Benzinger. Nr. 231.
- Italienische Handelskorrespondenz** von Professor Alberto de Beauq. Oberlehrer am Königl. Institut S. S. Annunziata in Florenz. Nr. 219.
- Italienische Literaturgeschichte** von Dr. Karl Vohler, Professor an der Universität München. Nr. 125.
- Kalkulation, Die, im Maschinenbau** von Ingenieur S. Bethmann, Dozent am Technikum Altenburg. Mit 63 Abbildungen. Nr. 486.

- Kältemaschinen.** Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- und Kältemaschinen von M. Röttinger, Diplom-Ingenieur in Mannheim. Mit 73 Fig. Nr. 2.
- Kamerun.** Die deutschen Kolonien I: Togo und Kamerun von Prof. Dr. Karl Dove. Mit 16 Tafeln und einer lithographischen Karte. Nr. 441.
- Kanal- und Schleusenbau** von Regierungsbaumeister Otto Rappold in Stuttgart. Mit 78 Abbild. Nr. 585.
- Kant, Immanuel.** (Geschichte d. Philosophie Band 5) von Dr. Bruno Bauch, Prof. a. d. Univ. Jena. Nr. 536.
- Kartell und Truff** v. Dr. S. Tschierschky in Düsseldorf. Nr. 522.
- Kartenkunde** von Dr. M. Groll, Kartograph in Berlin. 2 Bändchen. I: Die Projektionen. Mit 53 Figuren. Nr. 30.  
— II: Der Karteninhalt und das Messen auf Karten. Mit 36 Figuren. Nr. 599.
- Kaufmännische Rechtskunde.** I: Das Wechselwesen von Rechtsanwalt Dr. Rudolf Mothes in Leipzig. Nr. 103.  
— II: Der Handelsstand v. Rechtsanw. Dr. jur. Bruno Springer, Leipzig. Nr. 545.
- Kaufmännisches Rechnen** von Prof. Richard Just, Oberlehrer a. d. Öffentl. Handelslehranstalt d. Dresdener Kaufmannsch. I. II. III. Nr. 139. 140. 187.
- Keramische Industrie.** Die Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels von Dr. Gustav Rauter. I: Glas- u. keram. Industrie. M. 12 Taf. Nr. 233.
- Kerzenfabrikation.** Die Seifenfabrikation, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette u. Ole II.) Mit 25 Abbild. Nr. 336.
- Kiautschou.** Die deutsch. Kolonien II: Das Südseegebiet und Kiautschou von Prof. Dr. K. Dove. Mit 16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 520.
- Kinematik** von Dipl.-Ing. Hans Polster, Assistent an der kgl. Techn. Hochschule Dresden. Mit 76 Abbild. Nr. 584.
- Kirchenrecht** von Dr. E. Sehling, ord. Prof. d. Rechte in Erlangen. Nr. 377.
- Klimakunde** I: Allgemeine Klimalehre von Professor Dr. W. Köppen, Meteorologe der Seewarte Hamburg. Mit 7 Taf. und 2 Figuren. Nr. 114.
- Kolonialgeschichte** von Dr. Dietrich Schäfer, Professor der Geschichte an der Universität Berlin. Nr. 156.
- Kolonialrecht, Deutsches,** von Dr. S. Eder von Hoffmann, Professor an der kgl. Akademie Posen. Nr. 318.
- Kometen. Astronomie.** Größe, Bewegung und Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neu bearbeitet von Dr. Herm. Kobold, Professor an der Universität Kiel. II: Kometen, Meteore und das Sternsystem. Mit 15 Figuren u. 2 Sternkarten. Nr. 529.
- Kommunale Wirtschaftspflege** von Dr. Alfons Rieß, Magistratsassessor in Berlin. Nr. 534.
- Kompositionslehre.** Musikalische Formenlehre von Stephan Krehl. I. II. Mit viel. Notenbeispiel. Nr. 149. 150.
- Kontrapunkt.** Die Lehre von der selbständigen Stimmführung von Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 390.
- Kontrollwesen, Das agrarisch-chemische,** von Dr. Paul Kirische in Leopoldshall-Stahsfurt. Nr. 304.
- Koordinatensysteme v. Paul B. Fischer,** Oberlehrer an der Oberrealschule zu Groß-Lichterfelde. Mit 8 Fig. Nr. 507.
- Körper, Der menschliche, sein Bau und seine Tätigkeiten** von E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abb. u. 1 Taf. Nr. 18.
- Kostenanschlag** siehe: Veranschlagen.
- Kriegsschiffbau.** Die Entwicklung des Kriegsschiffbaues vom Altertum bis zur Neuzeit. Von Tjard Schwarz, Geh. Marinebau- u. Schiffbau-Direktor. I. Teil: Das Zeitalter der Ruderfahrzeuge u. der Segelschiffe für die Kriegsführung zur See vom Altertum b. 1840. Mit 32 Abbildungen. Nr. 471.  
— II. Teil: Das Zeitalter der Dampfschiffe für die Kriegsführung zur See von 1840 bis zur Neuzeit. Mit 81 Abbildungen. Nr. 472.
- Kriegswesens, Geschichte des,** von Dr. Emil Daniels in Berlin. I: Das antike Kriegswesen. Nr. 488.

- Kriegswesens, Geschichte des**, von Dr. Emil Daniels in Berlin. II: Das mittelalt. 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.
- Kristallographie** von Dr. W. Brühns, Prof. an der Bergakademie Clausthal. Mit 190 Abbildungen. Nr. 210.
- Kudrun und Dietrichpepen**. Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Jiriczek, Professor an der Universität Würzburg. Nr. 10.
- Kultur, Die, der Renaissance**. Gesittung, Forschung, Dichtung von Dr. Robert F. Arnold, Professor an der Universität Wien. Nr. 189.
- Kulturgegeschichte, Deutsche**, von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.
- Kurvendiskussion. Algebraische Kurven** von Eugen Beutel, Oberreallehrer in Baihingen-Eng. I: Kurvendiskussion, M. 57 Fig. i. Text. Nr. 435.
- Kurzschrift** siehe: Stenographie.
- Küstenartillerie. Die Entwicklung der Schiffs- und Küstenartillerie bis zur Gegenwart** v. Korvettenkapitän Huning. Mit Abbildungen und Tabellen. 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 Heinrich Salzmann, Düsseldorf. II: Speicher u. Lagerhäuser. Mit 123 Fig. Nr. 512.
- Länder- und Völkernamen** von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig. Nr. 478.
- Landstraßenbau** von Hgl. Oberlehrer A. Liebmann, Betriebsdirektor a. D. in Magdeburg. Mit 44 Fig. Nr. 598.
- Landwirtschaftliche Betriebslehre** v. E. Langenbeck in Groß-Lichterfelde. Nr. 227.
- Landwirtschaftlichen Maschinen, Die**, von Karl Walthert, Diplom-Ingenieur in Mannheim. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildgn. Nr. 407—409.
- Lateinische Grammatik. Grundriß der lateinischen Sprachlehre** von Prof. Dr. W. Volsch in Magdeburg. Nr. 82.
- Lateinische Sprache. Geschichte der lateinischen Sprache** von Dr. Friedrich Stolz, Professor an der Universität Innsbruck. Nr. 492.
- Licht. Theoretische Physik II. Teil: Licht und Wärme**. Von Dr. Gust. Jäger, Prof. an der Technischen Hochschule in Wien. Mit 47 Abb. Nr. 77.
- Logarithmen. Vierstellige Tafeln und Gegentafeln für logarithmisches und trigonometrisches Rechnen in zwei Farben zusammengestellt** von Dr. Hermann Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. 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. Hinnenthal. I: Die Lokomotiven. Mit 89 Abb. im Text u. 2 Taf. Nr. 107.
- Lothringen. Geschichte Lothringens** von Dr. Hermann Derichsweiler, Geh. Regierungsrat in Straßburg. Nr. 6.
- **Landeskunde v. Elsaß-Lothring.** v. Prof. Dr. R. Langenbeck i. Straßburg i. E. Mit 11 Abb. u. 1 Karte. Nr. 215.
- Löthrohrprobierkunde. Qualitative Analyse mit Hilfe des Löthrohrs** von Dr. Martin Henglein in Freiberg i. Sa. Mit 10 Figuren. Nr. 483.
- Lübeck. Landeskunde der Großerzogtümer Mecklenburg u. der Freien u. Hansestadt Lübeck** von Dr. Sebald Schwarz, Direktor d. Realschule zum Dom in Lübeck. Mit 17 Abbildungen und Karten im Text und 1 lithographischen Karte. Nr. 487.
- Luft- und Meeresströmungen** von Dr. Franz Schulze, Direktor der Navigationschule zu Lübeck. Mit 27 Abbildungen u. Tafeln. Nr. 551.
- Lüftung. Heizung und Lüftung** von Ingenieur Johannes Körting in Düsseldorf. I: Das Wesen und die Berechnung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 34 Figuren. Nr. 342.
- — II: Die Ausführung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 191 Figuren. Nr. 343.

**Ruther, Martin, u. Thom. Murner.** Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.

**Magnetismus. Theoretische Physik III. Teil: Elektrizität u. Magnetismus.** Von Dr. Gustav Jäger, Professor an der Technischen Hochschule Wien. Mit 33 Abbildungen. Nr. 78.

**Mälzerei. Brauereiwesen I: Mälzerei** von Dr. P. Dreverhoff, Direktor der Öffentl. u. 1. Sächs. Versuchsst. für Brauerei u. Mälzerei, usw. d. Brauer- und Mälzerschule zu Grimma. Nr. 303.

**Maschinenbau, Die Kalkulation im,** v. Ing. S. Bethmann, Doz. a. Technik, Altenburg. Mit 63 Abbild. Nr. 486.

— **Die Materialien des Maschinenbaues und der Elektrotechnik** von Ingenieur Prof. Hermann Wilda. Mit 3 Abb. Nr. 476.

**Maschinenelemente, Die.** Kurzgefasstes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Fr. Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 86 Figuren. Nr. 3.

**Maschinenzeichnen, Praktisches,** von Ing. Rich. Schiffner in Warmbrunn. I: Grundbegriffe, Einfache Maschinenteile bis zu den Kuppelungen. Mit 60 Tafeln. Nr. 589.

— II: Lager, Riemen- u. Seilscheiben, Zahnräder, Kolben-Pumpe. Mit 51 Tafeln. Nr. 590.

**Mahnanalyse** von Dr. Otto Röhm in Darmstadt. Mit 14 Figuren. Nr. 221.

**Maß-, Münz- und Gewichtswesen** von Dr. August Blind, Professor an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.

**Materialprüfungswesen.** Einführung in d. mod. Technik d. Materialprüfung von K. Menunler, Diplom-Ingenieur, ständ. Mitarbeiter a. kgl. Material-Prüfungsamte zu Groß-Lichterfelde. I: Materialeigenschaften. — Festigkeitsversuche. — Hilfsmittel für Festigkeitsversuche. Mit 58 Fig. Nr. 311.

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

**Mathematik, Geschichte der,** von Dr. A. Sturm, Professor am Obergymnasium in Seitenstetten. Nr. 226.

**Mathematische Formelsammlung u.** Repetitorium der Mathematik, enth. die wichtigsten Formeln und Lehrsätze der Arithmetik, Algebra, algebraischen Analysis, ebenen Geometrie, Stereometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie, math. Geographie, analyt. Geometrie der Ebene u. d. Raumes, der Different.- u. Integralrechn. von D. Th. Bürklen, Prof. am kgl. Realgymn. in Sch.-Gmünd. Mit 18 Figuren. Nr. 51.

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

**Mechanik. Theoret. Physik I. Teil: Mechanik und Akustik.** Von Dr. Gust. Jäger, Professor an der Technischen Hochschule in Wien. Mit 19 Abbildungen. Nr. 76.

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

**Mecklenburg. Landeskunde der Großherzogtümer Mecklenburg u. der Freien u. Hansestadt Lübeck** v. Dr. Sebald Schwarz, Direktor d. Realschule zum Dom in Lübeck. Mit 17 Abbildungen im Text, 16 Tafeln und 1 Karte in Lithographie. Nr. 487.

**Mecklenburgische Geschichte** von Oberlehrer Otto Vitense in Neubrandenburg i. M. Nr. 610.

**Meereskunde, Physische,** von Professor Dr. Gerhard Schott, Abteilungs-vorsteher bei der Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit 39 Abbildungen im Text und 8 Tafeln. Nr. 112.

**Meeresströmungen. Luft- und Meeresströmungen** v. Dr. Franz Schulze, Dir. der Navigationschule zu Lübeck. Mit 27 Abbildungen u. Tafeln. Nr. 551.

**Menschliche Körper, Der, sein Bau und seine Tätigkeiten** von C. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre v. Dr. med. S. Seiler. Mit 47 Abbild. und 1 Tafel. Nr. 18.

- Metallographie.** Kurze, gemeinschaftliche Darstellung der Lehre von den Metallen und ihren Verbindungen unter besonderer Berücksichtigung der Metallmikroskopie von Prof. C. Heyn u. Prof. D. Bauer am Kgl. Materialprüfungsamt (Gr.-Vichterfelde) der Kgl. Techn. Hochschule zu Berlin. I: Allgem. Teil. Mit 45 Abbildungen im Text u. 5 Vichtbildern auf 3 Tafeln. Nr. 432.
- II: Spezieller Teil. Mit 49 Abb. im Text u. 37 Vichtb. auf 19 Taf. Nr. 433.
- Metallurgie** von Dr. August Geiß, in Kristiansand (Norwegen). I. II. Mit 21 Figuren. Nr. 313, 314.
- Meteore. Astronomie.** Größe, Bewegung und Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neu bearbeitet von Dr. Herm. Kobold, Prof. an der Universität Kiel. II: Kometen, Meteore und das Sternsystem. Mit 15 Figuren u. 2 Sternkarten. Nr. 529.
- Meteorologie** von Dr. W. Trabert, Professor an der Universität Wien. Mit 49 Abbild. u. 7 Tafeln. Nr. 54.
- Militärstrafrecht** von Dr. Max Ernst Mayer, Professor an der Universität Straßburg i. E. 2 Bde. Nr. 371, 372.
- Mineralogie** von Geh. Bergrat Dr. R. Brauns, Prof. an der Universität Bonn. Mit 132 Abbild. Nr. 29.
- Minnefang und Spruchdichtung. Wallfaher von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnefang und Spruchdichtung.** Mit Anmerkungen u. einem Wörterb. v. O. Günther, Prof. an der Oberrealschule und an d. Techn. Hochschule in Stuttgart. Nr. 23.
- Mittelhochdeutsch. Dichtungen aus mittelhochdeutscher Frühzeit.** In Auswahl mit Einleitung und Wörterbuch herausgegeben von Dr. Hermann Zanhen, Direktor der Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 137.
- Mittelhochdeutsche Grammatik. Der Ribefunge Nöt in Auswahl und mittelhochdeutsche Grammatik m. kurzem Wörterbuch v. Dr. W. Goltzher, Prof. a. d. Universität Rostock. Nr. 1.**
- Morgenland. Geschichte des alten Morgenlandes** von Dr. Fr. Hommel, Professor an der Universität München. Mit 9 Bildern und 1 Karte. Nr. 43.
- Morphologie u. Organographie der Pflanzen** von Prof. Dr. M. Nordhaußen i. Kiel. M. 123 Abbild. Nr. 141.
- Mörkel. Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels v. Dr. G. Rauter in Charlottenburg. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.**
- Mundarten, Die deutschen, v. Prof. Dr. S. Reis in Mainz. Nr. 605.**
- Mundarten, Plattdeutsche, von Dr. Hubert Grimme, Professor an der Universität Münster i. W. Nr. 461.**
- Münzwesen. Maß-, Münz- u. Gewichtswesen v. Dr. Aug. Blind, Prof. a. d. Handelsschule in Böln. Nr. 283.**
- Murner, Thomas. Martin Luther und Thomas Murner.** Ausgewählt u. m. Einleitungen u. Anmerk. versehen von Prof. G. Berlit, Oberl. am Nikolaigymn. zu Leipzig. Nr. 7.
- Musik, Geschichte der alten u. mittelalterlichen, von Dr. A. Möhler in Steinhaußen. 2 Bdsch. M. zahlr. Abb. u. Musikbeilagen. Nr. 121 und 347.**
- Musikalische Akustik** von Professor Dr. Karl L. Schäfer in Berlin. Mit 35 Abbildungen. Nr. 21.
- Musikalische 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. und 18. Jahrhunderts** von Dr. K. Grunsky in Stuttgart. Nr. 239.
- Musikgeschichte seit Beginn des 19. Jahrhunderts** von 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, Professor an der Königl. Forstakademie zu Tharandt. Mit 85 Abbild., 5 Tab. und 3 Karten. Nr. 355.**
- Nahrungsmittel. Ernährung und Nahrungsmittel** von Oberstabsarzt Professor S. Bischoff in Berlin. Mit 4 Abbildungen. Nr. 464.
- Nautik.** Kurzer Abriss des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schiffahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Direktor d. Navigations-Schule zu Lübeck. M. 56 Abb. Nr. 84.
- Neugriechisch-deutsches Gesprächsbuch** mit besonderer Berücksichtigung der Umgangssprache von Dr. Johannes Kalitsunakis, Dozent am Seminar für orient. Sprache in Berlin. Nr. 585.

**Neunzehntes Jahrhundert. Ge-**  
**schichte des 19. Jahrhunderts** von  
Dskar Jäger, o. Honorarprof. a. d. Univ.  
Bonn. 1. Bdchn.: 1800—1852. Nr. 216.  
— — 2. Bändchen: 1853 bis Ende des  
Jahrhunderts. Nr. 217.

**Neutestamentliche Zeitgeschichte**  
von Lic. Dr. W. Staerk, Prof. a. der  
Univ. in Jena. I: Der historische und  
kulturgegeschichtliche Hintergrund des Ur-  
christentums. Mit 3 Karten. Nr. 325.

— — II: Die Religion des Judentums  
im Zeitalter d. Hellenismus u. d. Römer-  
herrschaft. Mit 1 Planskizze. Nr. 326.

**Nibelunge Ndt, Der**, in Auswahl und  
mittelhochdeutsche Grammatik mit kur-  
zem Wörterbuch von Dr. W. Goltber,  
Professor an der Univ. Rostock. Nr. 1.

**Nordische Literaturgeschichte I:** Die  
isländische u. norwegische Literatur des  
Mittelalters von Dr. Wolfgang Goltber,  
Prof. an der Univers. Rostock. Nr. 254.

**Nutzpflanzen** von Professor Dr. J. Beh-  
rens, Vorst. d. Großherzogl. landwirt-  
schaftlichen Versuchsanstalt Augusten-  
berg. Mit 53 Figuren. Nr. 123.

**Ole. Die Fette und Ole** sowie die  
Seifen- u. Kerzenfabrikation u. d. Harze,  
Lacke, Firnisse m. ihren wichtigst. Hilfs-  
stoffen von Dr. Karl Braun in Berlin. I:  
Einführ. in d. Chemie, Besprech. einiger  
Salze und der Fette und Ole. Nr. 335.

**Ole und Riechstoffe, Aetherische**,  
von Dr. F. Rochussen in Miltig. Mit  
9 Abbildungen. Nr. 446.

**Optik. Einführung in die geome-**  
**trische Optik** von Dr. W. Hinrichs  
in Wilmersdorf-Berlin. Nr. 532.

**Orientalische Literaturen. Die Li-**  
**teraturen des Orients** von Dr. M.  
Haberlandt, Privatdozent an der Uni-  
versität Wien. I: Die Literaturen  
Ostasiens und Indiens. Nr. 162.

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

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

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

**Ortsnamen im Deutschen, Die**, ihre  
Entwicklung und ihre Herkunft von  
Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig-  
Gohlis. Nr. 573.

**Ostafrika.** (Die deutschen Kolonien III)  
von Prof. Dr. A. Dove. Mit 16  
Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 567.

**Osterreich. Osterreichische Ge-**  
**schichte** von Prof. Dr. Franz von  
Krones, neu bearb. von Dr. Karl Uhlirz,  
Prof. a. d. Univ. Graz. I: Von d. Urzeit  
b. z. Tode Königs Albrechts II. (1439).  
Mit 11 Stammtafeln. Nr. 104.

— II: Vom Tode König Albrechts II.  
bis zum Westf. Frieden (1440—1648).  
Mit 3 Stammtafeln. Nr. 105.

— **Landeskunde von Osterreich-Ung-**  
**arn** von Dr. Alfred Grund, Prof.  
an der Universität Prag. Mit 10 Text-  
illustrationen und 1 Karte. Nr. 244.

**Ovidius Naso, Die Metamorphosen**  
**des.** In Auswahl mit einer Einleit.  
u. Anmerk. herausgegeben von Dr. Jul.  
Ziehen in Frankfurt a. M. Nr. 442.

**Pädagogik im Grundriß** von Professor  
Dr. W. Rein, Direktor des Pädagog.  
Seminars an der Univ. Jena. Nr. 12.

— **Geschichte der**, von Oberlehrer Dr.  
H. Weimer in Wiesbaden. Nr. 145.

**Paläogeographie.** Geologische Ge-  
schichte der Meere und Festländer von  
Dr. Franz Kossmat in Wien. Mit 6  
Karten. Nr. 406.

**Paläoklimatologie** von Dr. Wilh. R.  
Eckardt in Weilburg (Rahn). Nr. 482.

**Paläontologie** von Dr. Rud. Hoernes,  
Professor an der Universität Graz.  
Mit 87 Abbildungen. Nr. 95.

— **und Abstammungslehre** von Dr.  
Karl Diener, Professor an der Univers.  
Wien. Mit 9 Abbildungen. Nr. 460.

**Palästina. Landes- u. Volkskunde**  
**Palästinas** v. Lic. Dr. Gustav Hölscher  
i. Halle. M. 8 Vollbild. u. 1 K. Nr. 345.

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

**Personennamen, Die deutschen**, von  
Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 422.

**Petrographie** von Dr. W. Brühns,  
Professor an der Bergakademie Claus-  
thal. Mit 15 Abbildungen. Nr. 173.

**Pflanze, Die**, ihr Bau und ihr Leben  
von Professor Dr. E. Dennert. Mit  
96 Abbildungen. Nr. 44.

**Pflanzenbaulehre. Ackerbau- und Pflanzenbaulehre** von Dr. Paul Rippert in Essen und Ernst Vangenbeck in Groß-Nichterfelde. Nr. 232.

**Pflanzenbiologie** von Dr. W. Migula, Professor an der Forstakademie Eisenach. I: Allgemeine Biologie. Mit 43 Abbildungen. Nr. 127.

**Pflanzenernährung. Agrikulturchemie I: Pflanzenernährung** von Dr. Karl Grauer. Nr. 329.

**Pflanzengeographie** von Professor Dr. Ludwig Diels in Marburg (Hessen). Nr. 389.

**Pflanzenkrankheiten** von Dr. Werner Friedr. Bruck, Privatdozent in Gießen. Mit 1 farb. Taf. u. 45 Abbild. Nr. 310.

**Pflanzenmorphologie. Morphologie u. Organographie d. Pflanzen** von Prof. Dr. M. Nordhausen in Kiel. Mit 123 Abbild. Nr. 141.

**Pflanzenphysiologie** von Dr. Adolf Hansen, Professor an der Universität Gießen. Mit 43 Abbild. Nr. 591.

**Pflanzenreichs, Die Stämme des**, von Privatdozent Dr. Robert Pilger, Auktos am kgl. Botanischen Garten in Berlin-Dahlem. Mit 22 Abb. Nr. 485.

**Pflanzenwelt, Die, der Gewässer** von Dr. W. Migula, Prof. a. d. Forstak. Eisenach. Mit 50 Abb. Nr. 158.

**Pflanzenzellenlehre. Zellenlehre und Anatomie der Pflanzen** von Prof. Dr. S. Miesche in Leipzig. Mit 79 Abbildungen. Nr. 556.

**Pharmakognosie.** Von Apotheker F. Schmitthenner, Assistent a. Botan. Institut. d. Techn. Hochschule Karlsruhe. Nr. 251.

**Pharmazeutische Chemie** von Privatdozent Dr. E. Mannheim in Bonn. 3 Bändchen. Nr. 543/44 u. 588.

**Philologie, Geschichte d. klassischen**, v. Dr. Wilhelm Kroll, ord. Prof. a. d. Universität Münster in Westf. Nr. 367.

**Philosophie, Einführung in die**, von Dr. Max Wentzler, Professor an der Universität Bonn. Nr. 281.

**Philosophie, Gesch. der, IV: Neuere Philosophie b. Kant** v. Dr. B. Bauch, Professor an der Univ. Jena. Nr. 394.

— **V: Immanuel Kant** von Dr. Bruno Bauch, Professor an der Universität Jena. Nr. 536.

**Philosophie, Geschichte der, VI: Die Philosophie im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts** von Arthur Drews, Prof. d. Philosophie an der Techn. Hochschule in Karlsruhe. Nr. 571.

— **Hauptprobleme der**, von Dr. Georg Simmel, Prof. a. d. Univ. Berlin. Nr. 500.

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

**Photographie, Die.** Von S. Kessler, Professor an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 3 Tafeln und 42 Abbildungen. Nr. 94.

**Physik, Theoretische**, von Dr. Gustav Jäger, Professor der Physik an der Technischen Hochschule in Wien. I. Teil: Mechanik und Akustik. Mit 24 Abbildungen. Nr. 76.

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

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

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

— **Geschichte der**, von Prof. A. Kistner in Wertheim a. M. I: Die Physik bis Newton. Mit 13 Figuren. Nr. 293.

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

**Physikalisch-Chemische Rechenaufgaben** von Professor Dr. R. Uebggen. Privatdozent Dr. D. Sadur, beide an der Universität Breslau. Nr. 445.

**Physikalische Aufgabensammlung** von G. Mahler, Professor der Mathematik u. Physik am Gymnasium in Ulm. Mit den Resultaten. Nr. 243.

**Physikalische Formelsammlung** von G. Mahler, Professor am Gymnasium in Ulm. Mit 65 Figuren. Nr. 136.

**Physikalische Messungsmethoden** v. Dr. Wilh. Bahrdt, Oberl. a. d. Oberrealschule i. Gr.-Nichterf. Nr. 49 F. Nr. 301.

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

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

**Physische Geographie** von Dr. Siegm. Günther, Prof. a. d. kgl. Techn. Hochschule in München. Mit 32 Abbild. Nr. 26.

**Physische Meereskunde** von Prof. Dr. Gerh. Scholtz, Abteilungsleiter bei der Deutsch. Seewarte in Hamburg. Mit 39 Abbild. im Text und 8 Taf. Nr. 112.



- Pilze, Die.** Eine Einführung in die Kenntnis ihrer Formenreihen von Prof. Dr. G. Lindau in Berlin. Mit 10 Figurengruppen im Text. Nr. 574.
- Planetensystem. Astronomie** (Größe, Bewegung und Entfernung d. Himmelskörper) von A. F. Möbius, neu bearb. von Dr. Herm. Kobold, Prof. an der Universität Kiel. I: Das Planetensystem. Mit 33 Abbildung. Nr. 11.
- Plastik, Die, des Abendlandes** von Dr. Hans Stegmann, Direktor des Bayerischen Nationalmuseums in München. Mit 23 Tafeln. Nr. 116.
- **Die, seit Beginn des 19. Jahrhunderts** von A. Heilmeyer in München. Mit 41 Vollbildern. Nr. 321.
- Plattdeutsche Mundarten** von Dr. Hubert Grimme, Professor an der Universität Münster i. W. Nr. 461.
- Poetik, Deutsche,** von Dr. K. Borinski, Prof. a. der Univ. München. Nr. 40.
- Polarlicht. Erdmagnetismus, Erdstrom u. Polarlicht** v. Dr. A. Nippoldt, Mitglied des kgl. Preussischen Meteorologischen Instituts zu Potsdam. Mit 15 Abbild. und 7 Tafeln. 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 Abbild. und Karten im Text u. 1 Karte in Lithographie. Nr. 575.
- Portugiesische Literaturgeschichte** von Dr. Karl von Reinhardtsoettner, Professor an der königlichen Technischen Hochschule München. Nr. 213.
- Posamentiererei. Textil-Industrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation** von Prof. Max Gürller, Geh. Regierungsrat im kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Fig. Nr. 185.
- Postrecht** von Dr. Alfred Wolcke, Postinspektor in Bonn. Nr. 425.
- Preßluftwerkzeuge, Die,** von Dipl.-Ing. P. Iltis, Oberlehrer an der kais. Technischen Schule in Strassburg. Mit 82 Figuren. Nr. 493.
- Preussische Geschichte. Brandenburgisch-Preussische Geschichte** von Prof. Dr. M. Thamm, Direktor des Kaiser Wilhelms-Gymnasiums in Montabaur. Nr. 600.
- Preussisches Staatsrecht** von Dr. Fritz Stier-Somlo, Professor an der Universität Bonn. 2 Teile. Nr. 298, 299.
- Psychiatrie, Forensische,** von Professor Dr. W. Wengandt, Direktor der Irrenanstalt Friedrichsberg in Hamburg. 2 Bändchen. Nr. 410 und 411.
- Psychologie und Logik** zur Einführ. in die Philosophie von Prof. Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Figuren. Nr. 14.
- Psychophysik, Grundriß der,** von Professor Dr. G. F. Vipps in Zürich. Mit 3 Figuren. Nr. 98.
- Pumpen, Druckwasser- u. Druckluft-Anlagen.** Ein kurzer Überblick von Dipl.-Ing. Rudolf Vogdt, Regierungsverbaumeister a. D. in Aachen. Mit 87 Abbildungen. Nr. 290.
- Quellenkunde der deutschen Geschichte** von Dr. Carl Jacob, Prof. an d. Univ. Tübingen. 1. Band. Nr. 279.
- Radioaktivität** von Dipl.-Ing. Wilhelm Frommel. Mit 21 Abbild. Nr. 317.
- Rechnen, Das, in der Technik** und seine Hilfsmittel (Rechenchieber, Rechentafeln, Rechenmaschinen usw.) von Ingenieur Joh. Eugen Mayer in Freiburg i. Br. Mit 30 Abbild. Nr. 405.
- **Kaufmännisches,** von Prof. Richard Just, Oberlehrer an der Öffentlichen Handelsschule an der Dresdener Kaufmannschaft. I. II. III. Nr. 139, 140, 187.
- Recht des Bürgerlich. Gesetzbuchs.** Erstes Buch: Allgemeiner Teil. I: Einleitung — Lehre von den Personen u. v. d. Sachen von Dr. Paul Dertmann, Prof. a. d. Univ. Erlangen. Nr. 447.
- II: Erwerb und Verlust, Geltendmachung und 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. Abtheilung: Die einzelnen Schuldverhältnisse v. Dr. Paul Dertmann, Prof. an der Universität Erlangen. Nr. 324.
- Drittes Buch: Sachenrecht von Dr. F. Krehshmar, Oberlandesgerichtsrat in Dresden. I: Allgemeine Lehren. Besitz und Eigentum. Nr. 480.
- II: Begrenzte Rechte. Nr. 481.
- Viertes Buch: Familienrecht von Dr. Heinrich Tike, Professor an der Universität Göttingen. Nr. 305.

- Rechtsgeschichte, Römische**, von Dr. Robert von Mayr, Prof. an der Deutschen Universität Prag. 1. Buch: Die Zeit des Volksrechtes. 1. Hälfte: Das öffentliche Recht. Nr. 577.  
— 2. Hälfte: Das Privatrecht. Nr. 578.
- Rechtsschutz, Der internationale gewerbliche**, von J. Neuberg, Kaiserl. Regierungsrat, Mitglied des 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**, von Hans Probst, Gymnasialprof. in Bamberg. Nr. 61.
- Redeschrift** siehe: Stenographie.
- Reichsfinanzen, Die Entwicklung der**, von Präsident Dr. R. van der Borgh in Berlin. Nr. 427.
- Religion, Die Entwicklung der christlichen**, innerhalb des Neuen Testaments von Professor Dr. Lic. Carl Clemen. Nr. 388.  
— **Die, des Judentums** im Zeitalter des Hellenismus und der Römerherrschaft von Lic. Dr. W. Staerk (Neutestamentl. Zeitgeschichte II.) Mit einer Planskizze. 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** von Dr. Robert F. Arnold, Prof. an der Universität Wien. Nr. 189.
- Reptilien. Das Tierreich III: Reptilien und Amphibien**. Von Dr. Franz Werner, Professor an der Universität Wien. Mit 48 Abb. Nr. 383.
- Rheinprovinz, Landeskunde der**, von Dr. B. Steinede, Direktor des Realgymnasiums in Essen. Mit 9 Abb., 3 Karten und 1 Karte. Nr. 308.
- Riechstoffe. Atherische Öle und Riechstoffe** von Dr. F. Rochussen in Mitlig. Mit 9 Abbildungen. Nr. 446.
- Roman. Geschichte des deutschen Romans** v. Dr. Hellm. Meiche. Nr. 229.
- Romanische Sprachwissenschaft** von Dr. Adolf Zauner, Professor an der Univ. Graz. 2 Bände. Nr. 128 250.
- Römische Altertumskunde** von Dr. Leo Bloch in Wien. Nr. 8 Völk. Nr. 45.
- Römische Geschichte** von Realgymnasial-Direktor Dr. Jul. Koch in Grunewald. Nr. 19.
- Römische Literaturgeschichte** von Dr. Hermann Joachim in Hamburg. Nr. 52.
- Römische und griechische Mythologie** von Prof. Dr. Hermann Steuding, Rektor des Gymnasiums in Schneeberg. Nr. 27.
- Rußland. Russische Geschichte** von Dr. Wilh. Reeb, Oberlehrer am Ostergymnasium 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 Kawrasky 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. der Handelshochschule Berlin. I. Teil: Auswahl moderner Prosa und Poesie m. ausführlichen Anmerkgn. u. Akzentbezeichnung. Nr. 403.  
— II. Teil: Всеволодъ Гаршинъ, Разказы. Mit Anmerkungen und Akzentbezeichnung. 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.
- Sachenrechtl. Recht d. Bürgerl. Gesetzbuches. Drittes Buch: Sachenrecht** von Dr. F. Arehshmar, Oberlandesgerichtsrat in Dresden. I: Allgemeine Lehren. Besitz und Eigentum.  
— II: Begrenzte Rechte. Nr. 480, 481.
- Sachs, Hans**. Ausgewählt und erläutert von Prof. Dr. Julius Sahr. Nr. 24.

- Sachsen. Sächsische Geschichte** von Professor Otto Kaemmel, Rektor des Nikolaigymnasiums z. Leipzig. Nr. 100.
- **Landeskunde des Königreichs Sachsen** von Dr. J. Zemminich, Oberlehrer am Realgymnasium in Plauen. Mit 12 Abb. und 1 Karte. Nr. 258.
- Sängerlied. Das Tierreich I: Säugtiere** von Oberstudienrat Professor Dr. Kurt Lampert, Vorsteher des königlichen Naturalienkabinetts in Stuttgart. Mit 15 Abbildungen. Nr. 282.
- Schaffenskonstruktionen** von Professor J. Vonderlinn in Münster. Mit 114 Figuren. Nr. 236.
- Schiffs- und Küstenartillerie bis zur Gegenwart, Die Entwicklung der, von Korvettenkapitän Huning.** Mit Abbild. u. Tabellen. Nr. 606.
- Schleswig-Holstein. Landeskunde von Schleswig-Holstein, Helgoland und der freien und Hansestadt Hamburg** von Dr. Paul Hambruch, Abteilungsvorsteher am Museum für Völkerkunde in Hamburg. Mit Abbild., Plänen, Profilen u. 1 Karte in Lithographie. Nr. 563.
- Schleusenbau. Kanal- u. Schleusenbau** von Regierungsbaumeister Otto Rappold in Stuttgart. Mit 78 Abbildungen. Nr. 585.
- Schmalspurbahnen (Klein-, Arbeits- und Feldbahnen) v. Dipl.-Ing. August Boshart** in Nürnberg. Mit 99 Abbildungen. Nr. 524.
- Schmarozer und Schmarozerium in der Tierwelt.** Erste Einführung in die tierische Schmarozerkunde von Dr. Franz v. Wagner, a. o. Prof. an der Univ. Graz. Mit 67 Abb. Nr. 151.
- Schreiner- Arbeiten. Tischler- (Schreiner-)Arbeiten I: Materialien, Handwerkzeuge, 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, Prof. an der Univ. Erlangen. Nr. 324.
- Schule, die deutsche, im Auslande** von Hans Amrhein, Seminar-Oberlehrer in Rheindt. Nr. 259.
- Schulhaus. Die Baukunst des Schulhauses** von Professor Dr.-Ing. Ernst Vetterlein in Darmstadt. I: Das Schulhaus. Mit 38 Abbildungen. II: Die Schulräume — Die Nebenanlagen. Mit 31 Abbildungen. Nr. 443 u. 444.
- Schulpraxis. Methodik der Volksschule** von Dr. R. Seyfert, Seminardirektor in Ischopau. Nr. 50.
- Schwedisch-deutsches Gesprächsbuch** von Johannes Neuhaus, Dozent der neunordischen Sprachen an der Universität Berlin. Nr. 555.
- Schwedisches Lesebuch** zur Einführung in die Kenntnis des heutigen Schwedens mit Wörterverzeichnis von Johannes Neuhaus, Dozent der neunordischen Sprachen an der Universität Berlin. Nr. 554.
- Schweiß- und Schneidverfahren, Das autogene,** von Ingenieur Hans Niese in Kiel. Mit 30 Fig. Nr. 499.
- Schweiz. Schweizerische Geschichte** von Dr. A. Dändliker, Professor an der Universität Zürich. Nr. 188.
- **Landeskunde der Schweiz** von Prof. Dr. H. Walser in Bern. Mit 16 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 398.
- Schwimmanstalten. Öffentl. Bade- und Schwimmanstalten** von Dr. Karl Wolff, Stadt-Oberbaurat in Hannover. Mit 50 Figuren. Nr. 380.
- Seemacht, Die, in der deutschen Geschichte** von Wirkl. Admiralsratsrat 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 u. außervertragliche Haftung. Nr. 387.
- Seifenfabrikation, Die, die Seifenanalyse u. d. Kerzenfabrikation** v. Dr. Karl Braun i. Berlin. (Die Feste und Die II.) Mit 25 Abbild. Nr. 336.
- Semitische Sprachwissenschaft** von Dr. E. Brockelmann, Professor an der Universität Königsberg. Nr. 291.

- Silikate. Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine u. des Mörtels** von Dr. Gustav Rauter in Charlottenburg. I: Glas und keramische Industrie. Mit 12 Taf. Nr. 233.  
— II: Die Industrie d. künstl. Bausteine u. d. Mörtels. Mit 12 Taf. Nr. 234.
- Simplicius Simplicissimus** von Hans Jakob Christoffel v. Grimmelshausen. In Auswahl herausgegeben von Professor Dr. F. Bobertag, Dozent an der Universität Breslau. Nr. 138.
- Skandinavien, Landeskunde von**, (Schweden, Norwegen und Dänemark) von Heinrich Kerp, Kreis Schulinsp. in Kreuzburg. M. 11 Abb. u. 1 K. Nr. 202.
- Slavische Literaturgeschichte** v. Dr. Josef Karásek in Wien I: Ältere Literatur bis zur Wiedergeburt. Nr. 277.  
— II: Das 19. Jahrhundert. Nr. 278.
- Soziale Frage. Die Entwicklung der sozial. Frage** von Professor Dr. Ferdin. Tönnies. Nr. 353.
- Sozialversicherung** von Prof. Dr. Alfred Manes in Berlin. Nr. 267.
- Soziologie** von Professor Dr. Thomas Ahelis in Bremen. Nr. 101.
- Spanien. Spanische Geschichte** von Dr. Gustav Diercks. Nr. 266.  
— **Landeskunde der Iberischen Halbinsel** v. Dr. Fritz Regel, Prof. an der Univ. Würzburg. Mit 8 Kartchen und 8 Abbildungen im Text und 1 Karte in Farbendruck. Nr. 235.
- Spanische Handelskorrespondenz** von Dr. Alfredo Nadal de Mariezcurrena. Nr. 295.
- Spanische Literaturgeschichte** v. Dr. Rudolf Beer, Wien. I. II. Nr. 167, 168.
- Speicher. Industrielle und gewerbliche Bauten** (Speicher, Lagerhäuser und Fabriken) von Architekt Heinrich Salzmann in Düsseldorf. II: Speicher u. Lagerhäuser. Mit 123 Fig. Nr. 512.
- Spinnerei. Textil-Industrie I: Spinnerei und Zwirnererei** von Prof. Max Gärtler, Geh. Regierungsrat im Königl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 39 Figuren. Nr. 184.
- Spitzenfabrikation. Textil-Industrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- u. Gardinenfabrikat. u. Filzfabrikation** von Prof. Max Gärtler, Geh. Regierungsrat im Königl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Figuren. Nr. 185.
- Spruchdichtung. Walther von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang und Spruchdichtung.** Mit Anmerkungen u. einem Wörterbuch v. Otto Guntler, Professor an d. Oberrealschule und an der Technischen Hochschule in Stuttgart. Nr. 23.
- Staatslehre, Allgemeine**, von Dr. Hermann Rehm, Professor an der Universität Straßburg i. E. Nr. 358.
- Staatsrecht, Allgemeines**, von Dr. Julius Haffsckel, Prof. d. Rechte a. d. Univ. Göttingen. 3 Bdeh. Nr. 415—417.
- Staatsrecht, Preussisches**, von Dr. Fritz Stier-Somlo, Prof. a. d. Universität Bonn. 2 Teile Nr. 298, 299.
- Stammeskunde, Deutsche**, von Dr. Rudolf Much, a. d. Prof. a. d. Univ. Wien. M. 2 Kart. u. 2 Taf. Nr. 126.
- Statik** von W. Hauber, Dipl.-Ing. I. Teil: **Die Grundlehren der Statik starrer Körper.** Mit 82 Figuren. Nr. 178.  
— II. Teil: **Angewandte Statik.** Mit 61 Figuren. Nr. 179.
- , **Graphische**, von Hgl. Oberlehrer Dipl.-Ing. Otto Henkel in Rendsburg. Mit vielen Figuren. Nr. 603.
- Steinhauerarbeiten. Maurer- und Steinhauerarbeiten** von Professor Dr. phil. und Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildgn. Nr. 419—421.
- Stenographie. Geschichte der Stenographie** von Dr. Arthur Menck in Königsberg i. Pr. Nr. 501.
- Stenographie n. d. System v. F. X. Gabelsberger** v. Dr. Albert Schramm, Landesamtsass. in Dresden. Nr. 246.  
— **Die Redeschrift des Gabelsbergerschen Systems** von Dr. Albert Schramm, Landesamtsassessor in Dresden. Nr. 368.  
— **Lehrbuch d. Vereinfachten Deutschen Stenographie** (Einig.-System Stolze-Schrey) nebst Schlüssel, Vefestücken und einem Anhang von Dr. Amfel, Studienrat des Kadettenkorps in Bensberg. Nr. 86.  
— **Redeschrift.** Lehrbuch der Redeschrift des Systems Stolze-Schrey nebst Kürzungsbeisp., Vefestücken, Schlüssel und einer Anleitung zur Steigerung der stenographischen Fertigkeit von Heinrich Dröse, amtl. bad. Landtagsstenograph in Karlsruhe (B.). Nr. 494.

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

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

**Sternsystem. Astronomie.** Größe, Bewegung u. Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neu bearbeitet von Dr. Herm. Kobold, Prof. a. d. Universität Kiel. II: Kometen, Meteore und das Sternsystem. Mit 15 Fig. und 2 Sternkarten. Nr. 529.

**Steuerysteme des Auslandes, Die,** von Geh. Oberfinanzrat D. Schwarz in Berlin. Nr. 426.

**Stilkunde** v. Prof. Karl Otto Hartmann in Stuttgart. Mit 7 Vollbildern und 195 Textillustrationen. Nr. 80.

**Stöchiometrische Aufgabensammlung** von Dr. Wilh. Bährdt, Oberl. an der Oberrealschule in Groß-Pichterfelde. Mit den Resultaten. Nr. 452.

**Straßenbahnen** von Dipl.-Ing. August Boshart in Nürnberg. Mit 72 Abbildungen. Nr. 559.

**Strategie** von Vöfler, Major im Kgl. Sächs. Kriegsmin. in Dresden. Nr. 505.

**Ströme und Spannungen in Starkstromnetzen** v. Jos. Herzog, Dipl.-Elektroingenieur in Budapest u. Clarence Feldmann, Professor der Elektrotechnik in Delft. Mit 68 Abb. Nr. 456.

**Südseegebiet. Die deutschen Kolonien II: Das Südseegebiet und Kiautschou** von Prof. Dr. A. Dove. M. 16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 520.

**Talmud. Die Entstehung d. Talmuds** v. Dr. S. Funk in Boshowij. Nr. 479.

**Talmudproben** von Dr. S. Funk in Boshowij. Nr. 583.

**Technisch-Chemische Analyse** v. Dr. G. Lunge, Prof. a. d. Eidg. Polytechn. Schule i. Zürich. Mit 16 Abb. Nr. 195.

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

**Technisches Wörterbuch,** enthaltend die wichtigsten Ausdrücke des Maschinenbaues, Schiffbaues und der Elektrotechnik von Erich Krebs in Berlin.

I. Teil: Deutsch-Englisch. Nr. 395.

— II. Teil: Englisch-Deutsch. Nr. 396.

— III. Teil: Deutsch-Französisch. Nr. 453.

— IV. Teil: Französisch-Deutsch. Nr. 454.

**Technologie, Allgemeine chemische,** von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.

— **Mechanische,** v. Geh. Hofrat Prof. A. Lüdiche i. Braunschweig. Nr. 340, 341.

**Teerfarbstoffe, Die,** mit besond. Berücksichtigung der synthetischen Methoden v. D. Hans Bucherer, Prof. a. d. Königl. Techn. Hochschule, Dresden. Nr. 214.

**Telegraphenrecht** von Postinspektor Dr. jur. Alfred Wolcke in Bonn. I: Einleitung, Geschichtliche Entwicklung. Die Stellung des deutschen Telegraphenwesens im öffentlichen Rechte, allgemeiner Teil. Nr. 509.

— II: Die Stellung des deutsch. Telegraphenwesens im öffentlichen Rechte, besonderer Teil. Das Telegraphen-Strafrecht. Rechtsverhältnis der Telegraphie zum Publikum. Nr. 510.

**Telegraphie, Die elektrische,** v. Dr. Lud. Reilstab. Mit 19 Fig. Nr. 172.

**Testament. Die Entstehung des Alten Testaments** von Lic. Dr. W. Staerk, Prof. a. d. Univ. Jena. Nr. 272.

— **Die Entstehung des Neuen Testaments** von Professor Lic. Dr. Carl Clemen in Bonn. Nr. 285.

**Textil-Industrie. I: Spinnerei und Zwirnerei** von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Kgl. Landesgewerbeamt, Berlin. M. 39 Fig. Nr. 184.

— II: **Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinensabrikation und Filzfabrikation** v. Prof. M. Gürtler, Geh. Regierungsr. i. Kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Figuren. Nr. 185.

— III: **Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe** von Dr. Wilh. Massot, Prof. a. d. Preuß. höheren Fachschule für Textilindustrie in Arefeld. Mit 28 Figuren. Nr. 186.

**Thermodynamik** (Technische Wärmelehre) v. A. Walthert u. M. Röttinger, Diplom-Ingen. M. 54 Fig. Nr. 242.

— **Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- und Kältemaschinen** von M. Röttinger, Diplom-Ingenieur in Mannheim. Nr. 2.

**Thüringische Geschichte** von Dr. Ernst Devrient in Leipzig. Nr. 352.

**Tierbiologie. Abriss der Biologie der Tiere** von Dr. Heinrich Simroth, Prof. an der Univ. Leipzig. Nr. 131.

- Tiere, Entwicklungsgeschichte der**, von Dr. Johs. Meisenheimer, Professor der Zoologie an der Universität Jena. I: Furchung, Primitivanlagen, Larven, Formbildung, Embryonalhüllen. Mit 48 Figuren. Nr. 378.  
— II: Organbild. Nr. 46 Fig. Nr. 379.
- Tiergeographie** v. Dr. Arnold Jacobi, Prof. der Zoologie a. d. Kgl. Forstakademie zu Tharandt. M. 2 Kart. Nr. 218.
- Tierkunde** von Dr. Franz v. Wagner, Professor an der Universität Graz. Mit 78 Abbildungen. Nr. 60.
- Tierreich, Das, I: Säugetiere** von Oberstudienr. Prof. Dr. Kurt Lampert, Vorst. d. Kgl. Naturalienkabinetts in Stuttgart. Mit 15 Abbild. Nr. 282.  
— III: Reptilien und Amphibien von Dr. Franz Werner, Professor a. d. Univ. Wien. Mit 48 Abb. Nr. 383.  
— IV: Fische von Professor Dr. Max Rauther in Neapel. Nr. 356.  
— V: Insekten von Dr. J. Groß in Neapel (Gazette Zoologica). Mit 56 Abbild. Nr. 594.  
— VI: Die wirbellosen Tiere von Dr. Ludwig Böhmig, Professor der Zoologie an der Universität Graz. I: Urtiere, Schwämme, Nesseltiere, Rippenquallen und Würmer. Mit 74 Figuren. Nr. 439.  
— II: Krebse, Spinnentiere, Tausendfüßer, Weichtiere, Moostierchen, Armfüßer, Stachelhäuter und Manteltiere. Mit 97 Figuren. Nr. 440.
- Tierzuchtlehre, Allgemeine und spezielle**, von Dr. Paul Ripperit in Essen. Nr. 228.
- Tischler- (Schreiner-) Arbeiten I: Materialien, Handwerkszeuge, Maschinen, Einzelverbindungen, Fußböden, Fenster, Fensterladen, Treppen, Aborte** von Prof. C. Viehweger, Architekt in Köln. Mit 628 Fig. 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 u. sphärische**, von Professor Dr. Gerh. Hessenberg in Breslau. Mit 70 Fig. Nr. 99.
- Tropenhygiene** von Medizinalrat Professor Dr. Nocht, Direktor des Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg. Nr. 369.
- Truht. Kariell und Truht** von Dr. S. Schierschky in Düsseldorf. Nr. 522.
- Turnkunst, Geschichte der**, von Dr. Rudolf Gajch, Prof. a. König Georg-Gymnas. Dresden. M. 17 Abb. Nr. 504.
- Ungarn. Landeskunde von Österreich-Ungarn** von Dr. Alfred Grund, Professor an der Universität Prag. Mit 10 Textillustr. u. 1 Karte. Nr. 244.
- Ungarische Literatur, Geschichte der**, von Prof. Dr. Ludwig Katona und Dr. Franz Szinnpei, beide an der Universität Budapest. Nr. 550.
- Ungarische Sprachlehre** von Dr. Josef Szinnpei, o. ö. Prof. an der Universität Budapest. Nr. 595.
- Unterrichtswesen. Geschichte des deutschen Unterrichtswesens** von Prof. Dr. Friedrich Seiler, Direktor des Königl. Gymnasiums zu Luckau. I. Teil: Von Anfang an bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. Nr. 275.  
— II. Teil: Vom Beginn d. 19. Jahrhunderts. bis auf die Gegenwart. Nr. 276.
- Untersuchungsmethoden, Agriculturnchemische**, von Professor Dr. Emil Haselhoff, Vorsteher der landwirtschaftlichen Versuchstation in Marburg in Hessen. Nr. 470.
- Urgeschichte der Menschheit** von Dr. Moritz Hoernes, Prof. an der Univ. Wien. Mit 53 Abbildungen. Nr. 42.
- Urheberrecht, Das**, an Werken der Literatur und der Tonkunst, das Verlagsrecht und das Urheberrecht an Werken der bildenden Künste und Photographie von Staatsanwalt Dr. J. Schlittgen in Chemnitz. Nr. 361.  
— **Das deutsche**, an literarischen, künstlerischen und gewerblichen Schöpfungen, mit besonderer Berücksichtigung der internationalen Verträge von Dr. Gustav Nauter, Patentanwalt in Charlottenburg. Nr. 263.
- Urzeit. Kultur der Urzeit** von Dr. Moritz Hoernes, o. ö. Prof. an der Univ. Wien. 3 Bändch. I: Steinzeit. Mit 40 Bildergruppen. Nr. 564.  
— II: Bronzezeit. Mit 36 Bildergruppen. Nr. 565.  
— III: Eisenzeit. Mit 35 Bildergruppen. Nr. 566.

- Vektoranalyse** von Dr. Siegf. Valentin, Professor an der Bergakademie in Clausthal. Mit 11 Fig. Nr. 354.
- Veranschlagen, Das, im Hochbau.** Kurzgefaßtes Handbuch über das Wesen des Kostenanschlags von Architekt Emil Beutinger, Assistent a. d. Techn. Hochsch. 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 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 382.
- Vergil. Die Gedichte des P. Vergilius Maro.** In Auswahl mit einer Einleitung und Anmerkungen herausgegeben von Dr. Julius Ziehen. I: Einleitung und Aeneis. Nr. 497.
- Vermessungskunde** von Dipl.-Ing. P. Werkmeister, Oberlehrer an der kaiserl. Technischen Schule in Straßburg i. E. I: Feldmessen und Nivellieren. Mit 146 Abb. Nr. 468.
- II: Der Theodolit. Trigonometrische u. barometrische Höhenmessung. Tachymetrie. Mit 109 Abb. Nr. 469.
- Versicherungsmathematik** von Dr. Alfred Boewy, Professor an der Universität Freiburg i. B. Nr. 180.
- Versicherungsweisen, Das,** von Dr. iur. Paul Moldenhauer, Professor der Versicherungswissenschaft an der Handelshochschule Köln. I: Allgemeine Versicherungslehre. Nr. 262.
- Völkerkunde** von Dr. Michael Haberlandt, k. und k. Kustos der ethnogr. Sammlung des naturhistor. Hofmuseums und Privatdozent an der Universität Wien. Mit 56 Abbildungen. Nr. 73.
- Völkernamen. Länder- u. Völkernamen** von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig. Nr. 478.
- Volkshilfsbibliotheken** (Bücher- und Lesehallen), ihre Einrichtung und Verwaltung von Emil Jaeschke, Stadtbibliothekekar in Eberfeld. Nr. 332.
- Volkslied, Das deutsche,** ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Sul. 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 der Borgh, Berlin. Nr. 177.
- Wahrscheinlichkeitsrechnung** von Dr. Franz Hack, Professor am Eberhard-Ludwigs-Gymnasium i. Stuttgart. Mit 15 Figuren im Text. 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.
- Walsharilied, Das,** im Versmaße der Urchrift übersezt und erläutert von Prof. Dr. S. Althof, Oberlehrer am Realgymnasium in Weimar. Nr. 46.
- Walther von der Vogelweide,** mit Auswahl aus Minnefang u. Spruchdichtung. Mit Anmerkungen und einem Wörterbuch von Otto Güntler, Prof. an der Oberrealschule und an der Techn. Hochsch. in Stuttgart. Nr. 23.
- Walzwerke, Die. Einrichtung und Betrieb.** Von Dipl.-Ing. A. Holverscheid, Oberlehrer an der kgl. Maschinenbau- und Hüttenkunde in Duisburg. Mit 151 Abbild. Nr. 580.
- Warenkunde** v. Dr. Karl Hassack, Prof. und Leiter der k. k. Handelsakademie in Graz. I. Teil: Unorganische Waren. Mit 40 Abbildungen. Nr. 222.
- II. Teil: Organische Waren. Mit 36 Abbildungen. Nr. 223.
- Warenzeichenrecht, Das.** Nach dem Gesetz z. Schutz der Warenbezeichnungen vom 12. Mai 1894. Von Reg.-R. J. Neuberg, Mitglied des kaiserlichen Patentamts zu Berlin. Nr. 360.
- Wärme. Theoretische Physik II. T.: Licht u. Wärme.** Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Techn. Hochschule Wien. Mit 47 Abbildungen. Nr. 77.
- Wärmekraftmaschinen. Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- u. Kältemaschinen** von M. Röttlinger, Diplom-Ingenieur in Mannheim. Mit 73 Figuren. Nr. 2.
- Wärmelehre, Technische, (Thermodynamik)** v. K. Walther u. M. Röttlinger, Dipl.-Ing. M. 54 Fig. Nr. 242.
- Wäscherei. Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe** von Dr. Wilh. Massot, Professor an der Preuß. höh. Fachschule für Textil-Industrie in Krefeld. Mit 28 Figuren. Nr. 186.

**Wasser, Gas, und seine Verwendung in Industrie und Gewerbe** v. Dr. Ernst Leher, Dipl.-Ing. in Saalfeld. Mit 15 Abbild. Nr. 261.

**Wasser und Abwässer.** Ihre Zusammensetzung, Beurteilung u. Untersuchung von Prof. Dr. Emil Haselhoff, Vorsteher der landwirtschaftl. Versuchstation i. Marburg i. Hessen. Nr. 473.

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

**Wasserturbinen, Die,** 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.

**Wasserversorgung der Ortschaften** von Dr.-Ing. Robert Weyrauch, Professor an der kgl. Technischen Hochschule Stuttgart. Mit 85 Fig. Nr. 5.

**Webererei. Textil-Industrie II: Webererei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- u. Gardinenfabrikation und Filzfabrikation** von Prof. Max Gürtler, Geh. Reg.-Rat im Königl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Figur. Nr. 185.

**Wechselstromerzeuger** von Ing. Karl Pichelmayer, 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 im Kriegsministerium i. München. Nr. 401.

**Werkzeugmaschinen für Holzbearbeitung, Die,** von Ing. Professor Herm. Wilda in Bremen. Mit 125 Abbildungen. Nr. 582.

**Werkzeugmaschinen für Metallbearbeitung, Die,** von Ing. Prof. Hermann Wilda in Bremen. I: Die Mechanismen der Werkzeugmaschinen. Die Drehbänke. Die Fräsmaschinen. Mit 319 Abbildungen. Nr. 561.

**Werkzeugmaschinen für Metallbearbeitung, Die, II:** Die Bohr- und Schleifmaschinen. Die Hobel-, Shaping- und Stohmaschinen. Die Sägen und Säheren. Antrieb und Kraftbedarf. Mit 199 Abbildungen. Nr. 562.

**Westpreußen. Landeskunde der Provinz Westpreußen** von Fritz Braun, Oberlehrer am kgl. Gymnasium in Graudenz. Mit 16 Tafeln, 7 Textkarten u. 1 lith. Karte. Nr. 570.

**Wettbewerb, Der unlautere,** von Rechtsanwalt Dr. Martin Wassermann in Hamburg. I: Generalklausel, Reklameauswüchse, Ausverkaufswesen, Angestelltenbestechung. Nr. 339.

— II: Kreditbeschädigung, Firmen- und Namensmißbrauch, Verrat von Geheimnissen, Ausländerschutz. Nr. 535.

**Wirbellose Tiere. Das Tierreich VI: Die wirbellosen Tiere** von Dr. Ludwig Böhmig, Prof. der Zoologie an der Universität Graz. I: Urtiere, Schwämme, Nesseltiere, Rippenquallen und Würmer. Mit 74 Fig. Nr. 439.

— II: Krebse, Spinnentiere, Tausendfüßer, Weichtiere, Moostierchen, Armfüßer, Stachelhäuter und Manteltiere. Mit 97 Figuren. Nr. 440.

**Wirkerei. Textil-Industrie II: Webererei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- u. Gardinenfabrikation und Filzfabrikation** von Prof. Max Gürtler, Geh. Reg.-Rat im Königl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Figur. Nr. 185.

**Wirtschaftlichen Verbände, Die,** v. Dr. Leo Müffelmann i. Rostock. Nr. 586.

**Wirtschaftspflege. Kommunale Wirtschaftspflege** von Dr. Alfons Rieß, Magistratsass. i. Berlin. Nr. 534.

**Wohnungsfrage, Die,** v. Dr. E. Pohle, Professor der Staatswissenschaften zu Frankfurt a. M. I: Das Wohnungswesen in der modernen Stadt. Nr. 495.

— II: Die städtische Wohnungs- und Bodenpolitik. Nr. 496.



**Wolfram von Eschenbach.** Hartmann v. Aue, Wolfram v. Eschenbach und Goltfried von Straßburg. Auswahl aus dem hof. Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch von Dr. A. Marold, Professor am königl. Friedrichskolleg. 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 wichtigsten Ausdrücke des Maschinenbaues, Schiffbaues und der Elektrotechnik von Erich Krebs in Berlin. I. Teil: Deutsch-Englisch. Nr. 395.

— II. Teil: Englisch-Deutsch. Nr. 396.

— III. Teil: Deutsch-Französisch. Nr. 453.

— IV. Teil: Französisch-Deutsch. Nr. 454.

**Württemberg.** **Württembergische Geschichte** v. Dr. Karl Weller, Prof. a. Karlsgrmnas. i. Stuttgart. Nr. 462.

— **Landeskunde des Königreichs Württemberg** von Dr. A. Hassert, Professor der Geographie an der Handelshochschule in Köln. Mit 16 Vollbildern und 1 Karte. Nr. 157.

**Zeichenschule** von Professor A. Kimmich in Ulm. Mit 18 Tafeln in Ton-, Farben- und Golddruck und 200 Voll- und Textbildern. Nr. 39.

**Zeichnen, Geometrisches**, von S. Bedier, Architekt und Lehrer an der Baugewerkschule in Magdeburg, neu bearbeitet von Prof. J. Vonderlinn, Direktor der königl. Baugewerkschule zu Münster. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.

**Zeitungsweesen, Das deutsche**, v. Dr. Rob. Brunhuber, Köln a. Rh. Nr. 400.

— **Das moderne**, (Syst. d. Zeitungslehre) von Dr. Robert Brunhuber in Köln a. Rh. Nr. 320.

**Zeitungsweesens, Allgemeine Geschichte des**, von Dr. Ludwig Salomon in Jena. Nr. 351.

**Zellenlehre und Anatomie der Pflanzen** von Prof. Dr. S. Miesche in Leipzig. Mit 79 Abbild. Nr. 556.

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

**Zimmerarbeiten** von Carl Opitz, Oberlehrer an der kaiserl. Technisch. Schule in Straßburg i. E. I: Allgemeines, Balkenlagen, Zwischendecken u. Deckenbildungen, hölzerne Fußböden, Fachwerkwände, Känge und Sprengwerke. Mit 169 Abbild. Nr. 489.

— II: Dächer, Wandbekleidungen, Simschalungen, Block-, Bohlen- und Bretterwände, Jäune, Türen, Tore, Tribünen und Baugerüste. Mit 167 Abbildungen. Nr. 490.

**Zivilprozessrecht, Deutsches**, von Professor Dr. Wilhelm Kisch 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, Vorstand des Städtischen Chemischen Laboratoriums in Stuttgart. Nr. 109.

**Zwangsversteigerung, Die, und die Zwangsverwaltung** von Dr. F. Krehlschmar, Oberlandesgerichtsrat in Dresden. Nr. 523.

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

== Weitere Bände sind in Vorbereitung. ==

Soeben erschien:

# Der deutsche Student

Von

Prof. Dr. Theobald Ziegler

Elfte und zwölfte Auflage

Gebunden M. 3.50

Diese „Studentenpredigten“, wie sie Paulsen genannt hat, haben sich unter der studierenden Jugend viele Freunde erworben. Und so war es nicht zu verwundern, daß das Buch seit seinem Erscheinen fast alljährlich eine neue Auflage erlebte. Herausgewachsen war es aus der fin-de-siècle-Stimmung vor der Jahrhundertwende, die besonders in studentischen Kreisen die Herzen höher schlagen und das Blut rascher kreisen ließ, eben deswegen aber auch nach besonnener Führung sich sehnte. Eine solche fanden sie hier. Den Auflagen im neuen Jahrhundert fügte der Verfasser eine Nachtragsvorlesung hinzu zur Überleitung in ruhigere Bahnen und zur Ergänzung durch manches inzwischen Neugewordene. Im Winter 1905/06 aber hat er in Straßburg die Vorlesung über den deutschen Studenten noch einmal gehalten und hier vor allem die Vorgänge jener bewegten Zeit, des sogenannten „Hochschulstreites“ und des Kampfes gegen die konfessionellen Korporationen freimütig und kritisch besprochen. Der neuen Auflage ist die Vorlesung in dieser späteren Fassung, wenigstens in der ersteren größeren Hälfte, zugrunde gelegt worden. Die fin-de-siècle-Stimmung ist verschwunden, dafür sind die Probleme, die das Studentenleben im ersten Jahrzehnt des 20sten Jahrhunderts bewegt haben und bewegen, in den Vordergrund gerückt und so das Buch durchaus modernisiert und wieder ganz aktuell geworden. Dabei hat es eine nicht unbedeutliche Erweiterung erfahren. Und doch ist der Geist des Buches der alte geblieben, es ist der Geist der Freiheit, die als akademische Studenten und Professoren gleichmäßig am Herzen liegt, und der Geist eines kräftigen sittlichen Idealismus, der sich nicht fürchtet, Jünglinge zu wagen, damit Männer aus ihnen werden. Und auch der alte gute Freund des deutschen Studenten ist der Verfasser geblieben, der ihn versteht, weil er ihn liebt. Das zeigt gleich von vornherein die Widmung des Buches an die Straßburger Studentenschaft. So ist es beim Abgang Zieglers von Straßburg zu einem Vermächtnis an seine jungen Freunde auf allen deutschen Hochschulen geworden, und soll nun auch in der neuen Gestalt wieder vielen eine Hilfe werden und ein Halt.

Soeben erschien:

# Das Gefühl

## Eine psychologische Untersuchung

Von

Prof. Dr. Theobald Ziegler

Fünfte, durchgesehene und verbesserte Auflage

Broschirt M. 4.20, gebunden M. 5.20

Als dieses Buch vor 19 Jahren zum ersten Mal erschien, da wirkte die Theorie des Verfassers von der Priorität des Gefühls und von dem Einfluß desselben auf alle Gebiete des geistigen Lebens, vor allem auch auf Bewußtsein und Apperception, trotz des Vorgangs von Horwicz wie ein ganz Neues, das als gegen den Strom der vorwiegend intellektualistischen oder auch schon voluntaristischen Auffassung der Psychologie schwimmend wenig Gläubige fand. Allein es hat sich trotz dieser anfänglichen Ablehnung durchgesetzt und gehört heute zu den meist gelesenen Schriften über Psychologie; die Anschauung, die es vertritt, steht längst nicht mehr vereinzelt da. Zu diesem sich Durchsetzen hat auch der Stil und die ganze Haltung des Buches beigetragen, die gleichweit entfernt sind von unwissenschaftlicher Popularität wie von trockener pedantischer Gelehrsamkeit. Auch die ästhetischen, ethischen und religionsphilosophischen Abschnitte haben ihm viele Freunde erworben. Die neue, fünfte Auflage, die schon nach vier Jahren wieder notwendig geworden ist, hält an dem vom Verfasser als richtig Erkannten durchaus fest, sie zieht sogar die Linien da und dort noch schärfer und bestimmter; insbesondere sind die Kapitel über das körperliche Gefühl und über die Gefühlsäußerungen in diesem Sinn und unter Berücksichtigung der neueren Forschung und ihrer Ergebnisse umgearbeitet und erweitert worden. Aberhaupt trägt die neue Auflage nach, was seit dem Erscheinen der vierten Auflage zur Lehre vom Gefühl wertvolles Neues zutage gefördert worden ist, und setzt sich dabei gelegentlich auch polemisch mit allerlei Angriffen und entgegenstehenden Anschauungen auseinander. So ist das Buch durchaus auf den neuesten Stand der psychologischen Forschung gebracht und ergänzt, und ist doch in seinen Grundanschauungen und in seiner Anlage nach wie vor das alte geblieben.

Soeben erschien:

# Grundriß einer Philosophie des Schaffens als Kulturphilosophie

Einführung in die Philosophie als Weltanschauungslehre

Von

Dr. Otto Braun

Privatdozent der Philosophie in Münster i. W.

Broschirt M. 4.50, gebunden M. 5.—

Der Verfasser findet das Wesen der Philosophie darin, daß sie Gesamtwissenschaft, d. h. Weltanschauungslehre ist: sie erhebt sich auf dem Fundament aller übrigen Wissenschaften und sucht (induktiv) zu einem Weltbilde vorzudringen, dessen „Wahrheit“ durch seine personale Einseitlichkeit bedingt ist. Nachdem der Verfasser sich eine erkenntnistheoretische Basis geschaffen — es wird ein Real-Idealismus vertreten —, sucht er an ein Grunderlebnis anzuknüpfen, das er durch den Begriff „Schaffen“ bezeichnet. Dieses Schaffen führt zur Entwicklung einer Kulturphilosophie — die Formen und Stoffe des Schaffens werden untersucht, und dann die Hauptgebiete des Kulturlebens in den Grundzügen dargestellt: Wissenschaft, Kunst, Religion, soziales Leben, Staat, Recht, Sittlichkeit, Ethik finden ihre Würdigung. So wird der Versuch gemacht, aus dem Wesen des modernen Geistes heraus eine systematische Weltanschauung zu gewinnen, wobei der kulturimmanente Standpunkt ausschlaggebend ist, wenn auch eine kosmisch-metaphysische Vertiefung sich als notwendig zeigt, der Begriff des Schaffens wird durch einen geschichtsphilosophischen Überblick über das 19. Jahrhundert als notwendig und berechtigt erwiesen.

# J. F. Herbart

## Grundzüge seiner Lehre

Von

Friedrich Franke

Broschirt M. 1.50, gebunden M. 2.—

Diese Darstellung sucht in Herbart's System möglichst direkt einzuführen, ohne von den späteren Fortbildungen auszugehen, läßt immer nach Herbart's eigenen Weisungen die prinzipiellen Teile zuerst einzeln entstehen und darnach in den Zusammenhang treten, den die Betrachtung unserer praktischen Anliegen verlangt. Dabei ist dann auch vielfach Gelegenheit, auf die empirische Detailforschung und ihre philosophische Bearbeitung, auf die Kunstbewegung, die sozialen und politischen Aufgaben und anderes, was die Gegenwart bewegt, Blicke zu werfen.

# Friedrich Nietzsche

## Eine intellektuale Biographie

Von

Dr. S. Friedlaender

Broschirt M. 2.80

Um einen Denker, wie Nietzsche, voll und ganz zu verstehen, ist vor allem die Erkenntnis des Werdegangs seiner Ideen notwendig. Bei dieser schwierigen Arbeit ist das Buch von Friedlaender ein zuverlässiger Führer und Wegweiser. Denn der Untertitel „Intellektuale Biographie“ bedeutet eben nichts anderes als eine Darstellung der philosophischen Entwicklung Friedrich Nietzsches. Von dem richtigen Grundsatz ausgehend, daß der späteste Nietzsche nur aus dem frühesten verstanden werden kann, behandelt der Verfasser nach einer orientierenden Einleitung zuerst dessen geniales Erstlingswerk: „Die Geburt der Tragödie aus dem Geiste der Musik“, um dann darauf die späteren Schriften und deren Grundgehalt einzeln zu erläutern und den Fortschritt, der darin enthalten, festzustellen.

# Die Reichsversicherungsordnung

Handausgabe mit gemeinverständlichen Erläuterungen  
in vier Bänden

Dr. Manes

von

Dr. Menzel

Professor

Regierungsrat

Dozent der Handelshochschule Berlin

Mitglied des Reichsversicherungsamts

Dr. Schulz

Regierungsrat

Mitglied des Reichsversicherungsamts

Band 1: Die für alle Versicherungszweige geltenden Bestimmungen der Reichsversicherungsordnung nebst Einleitung und Einführungsgesetz.

Band 2: Die Krankenversicherung.

Band 3: Die Unfallversicherung.

Band 4: Die Invaliden- und Hinterbliebenenversicherung.

Preis: in vier Leinenbände gebunden M. 20.—

Jeder Band ist auch einzeln zu haben. :: Preis für Band 1 gebunden M. 7.—;  
Band 2 gebunden M. 4.80; Band 3 gebunden M. 6.—; Band 4 gebunden M. 4.20.

## Das

# Versicherungsgesetz für Angestellte

Handausgabe mit ausführlichen Erläuterungen

von

Dr. Alfred Manes und Dr. Paul Königsberger

Professor

Landrichter

Preis in Leinwand gebunden M. 9.—.

# Praktikum des Zivilprozessrechtes

von

Dr. Wilhelm Kisch

Professor an der Universität Straßburg i. E.

In Leinwand gebunden M. 4.80.

# Einführung

in das

## Deutsche Kolonialrecht

Von

Professor H. Edler von Hoffmann

Studiendirektor der Akademie für kommunale Verwaltung in Düsseldorf

In Leinwand gebunden M. 6.—

Mehr und mehr wendet sich die wissenschaftliche Arbeit dem Kolonialrechte zu, das sich auch als Gegenstand des wissenschaftlichen Unterrichtes eingebürgert hat. Es fehlte aber bisher an einem auf den Resultaten der neueren Forschung beruhenden Lehrbuche des Deutschen Kolonialrechts. Das vorliegende Werk versucht es, diese Lücke auszufüllen. Es will aber nicht nur der Ergänzung des akademischen Unterrichtes dienen, es will auch dem Kolonialpraktiker ein Wegweiser durch die Unzahl von kolonialen Rechtsnormen sein. Die ganze Anlage des Werkes ist dadurch bedingt, daß es sich um eine „Einführung“ handelt, d. h. nicht um eine Zusammenstellung aller und jeder kolonialrechtlichen Normen, sondern um eine dogmatische Behandlung des wichtigsten Stoffes. Dem Lehrzwecke entsprechend, ist zur besseren Beleuchtung und Hervorhebung der deutschen Rechtsnormen das fremde Kolonialrecht, insbesondere das englische, zum Vergleiche herangezogen worden.

Das Buch will ein rechtswissenschaftliches sein, kolonialpolitische Erörterungen treten deshalb völlig zurück, jedoch ist, wo dies notwendig ist, stets auf die kolonialpolitischen Gesichtspunkte verwiesen worden, durch die die Gesetzgebung bestimmt wird.







Allgem. chem. Technologie	113
Mechanische	340 341
Organische Chemie	38
Anorganische "	37
Deutsche Grammatik	20

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301631



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000296063