

553

Sammlung Göschen

# Wasserkraftanlagen

Von

Th. Rümelin

I

Beschreibung

Mit 66 Figuren



529.  
423

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000324774

~~POLITECHNIKA KRAKOWSK~~

Wydział Budownictwa ~~553~~ Wodnego

Katedra Budowy Zapor i Siłowni Wodnych

340

Wasserkraftanlagen

Wydawnictwo Centralnego Urzędu Budowlanego

245/10



~~POLITECHNIKA KRAKOWSKA~~  
Wydział Budownictwa Wodnego  
Katedra Budownictwa Wodnych  
Sammlung Göschel

~~L. inv. 553~~

# Wasserkraftanlagen

Von

Regierungsbaumeister a. D. Th. Rümelin

Oberingenieur in Dresden

I

Beschreibung

Mit 66 Figuren



Berlin und Leipzig

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

1913

621.2



I-302229



Druck  
der Spamerschen  
Buchdruckerei zu Leipzig

BPK-13-54/2020

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Literatur . . . . .	4
Einleitung . . . . .	5
I. Kapitel. Einführung . . . . .	8
§ 1. Die Aufgabe. . . . .	8
§ 2. Vorkommen der Wasserkräfte . . . . .	10
§ 3. Die Wasserkraftverbraucher. . . . .	13
§ 4. Schema einer Wasserkraftanlage. . . . .	16
§ 5. Von den Wasserturbinen . . . . .	19
§ 6. Gleichstrom und Wechselstrom . . . . .	23
II. Kapitel. Einteilung . . . . .	26
§ 7. Die Wassernutzungsanlagen . . . . .	26
§ 8. Wasserkraftanlagen im allgemeinen . . . . .	28
§ 9. Wasserkraftanlagen im engeren Sinn . . . . .	38
§ 10. Gesichtspunkte für die Einteilung der Wasserkraftanlagen . . . . .	39
§ 11. Einteilung der Wasserkraftanlagen . . . . .	46
III. Kapitel. Die Einzelbestandteile der Wasserkraftanlagen . . . . .	50
§ 12. Wehre . . . . .	50
§ 13. Talsperren . . . . .	66
§ 14. Die Wasserfernleitung . . . . .	76
§ 15. Das Wasserschloß. . . . .	85
§ 16. Kraftstationen . . . . .	90
§ 17. Besondere Bauten an der Wasserfernleitung . . . . .	108
§ 18. Wasserrechtszeichen, Fixpunkte, Pegel . . . . .	111
§ 19. Kraftreserven. . . . .	114
Sachregister . . . . .	119

# Literatur.

## Geschichte:

Koehn, Ausbau von WKren (Hdb. der Ing.-W. III, 13, Leipzig 1908, Mk. 60.—), 23 Quellenangaben auf S. 25.

## Vorhandene Wasserkräfte und Allgemeines:

Intze, Bessere Ausnützung der Gewässer und WKre.

Mattern, Ausnützung der WKre. Leipzig 1908. Mk. 24.—

Grünberg, Staatl. Ausnützung der WKre in der Schweiz. Zürich 1911.

Holz, Wasserverhältnisse in Ost- und Westpreußen.

v. Miller, WKre am Nordabhang der Alpen. Z. V. D. I. 1903.

Ferner die von den Landesanstalten herausgegebenen Übersichten, wie:

Die WKre Bayerns. München 1907 (Mk. 60.—). 1908—10. 1911 (Mk. 3.—).

Der österr. WKrKataster usw.

## Beschreibende Werke, Lehrbücher:

Koehn, Ausbau von WKren. Siehe oben.

Ziegler, Talsperrenbau. Berlin 1911. Mk. 20.—.

Mattern, Talsperrenbau und deutsche WWirtschaft. Seydel, Berlin 1902. Mk. 3.75.

Emperger, Hdb. f. Eisenbetonbau, IV. Bd. Berlin 1911. (Kap. Wehre von Schulze, Danzig; Kap. Talsperren von Kauf, München.)

Dubislav, Neuere WA in Norwegen. München 1905. Mk. 5.—.

## Gelegenheitsschriften, Einzelheiten, Notizen:

Siehe in den Inhaltsverzeichnissen von: Z. V. D. I. (unter „El-Werke“), Schweiz. Bauzeitung, Zeitschr. für Turb.-Wesen, Wasserwirtschaft (seit 1913 an Stelle der früheren Österr. W. W. und der Weißen Kohle), Zeitschr. f. Architektur und Ing.-Wesen, Hannover, Z. f. d. ges. Wasserwirtschaft, Österr. Wochenschr. f. d. öff. Baudienst, Zentralbl. d. Bauw., Beton und Eisen, Armierter Beton, Zeitschriftenschau der „Verbandszeitschrift“ D. A. und I. V.

In diesen Zeitschriften sind auch die Fundstellen der auswärtigen Journale (la Houille Blanche, Engineer, Engineering Record usw.) angegeben.



## Einleitung.

Noch ehe das Jahrhundert zu Ende war, in welchem der Mensch sich die Dampfkraft dienstbar machte, ist es ihm gelungen, auch die Naturkraft des fließenden Wassers zu bändigen, von der er vorher nur einen kleinen Teil, mittels der Mühlen, genützt hatte. Die Wassermühlen wurden vor zwei Jahrtausenden, die Wasserturbinen vor mehr als hundert Jahren erfunden, aber erst seit dem letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts wird die Gewinnung der weißen Kohle allgemein, planmäßig und wirtschaftlich betrieben.

Die notwendige Voraussetzung dafür bildete der Fortschritt der Elektrotechnik, insbesondere die Möglichkeit der Fernleitung elektrischen Stromes, die 1891 durch die bekannte Übertragung von Lauffen a. N. nach Frankfurt a. M. zum ersten Male praktisch erwiesen worden war. Der dann mächtig einsetzende Ausbau der Wasserkraftanlagen war die letzte Tat des technischen Jahrhunderts, welche seine übrigen Erfindungen an Bedeutung erreicht.

Um die gleiche Zeit ungefähr begannen auch die Wasserrechtfragen allgemeinerer Teilnahme zu begegnen; die Ursache hierfür war, außer in den zunehmenden Bedürfnissen der Schifffahrt, der Landesmelioration und der allgemeinen gewerblichen Wasserverwertung größtenteils in dieser Bewegung nach Ausnützung der Wasserkräfte zu suchen. Am Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts wurden in den meisten Ländern die Wassergesetze geschaffen. Die allgemeine Rechts-

auffassung drängt danach, alles ständig fließende Wasser als „öffentlich“ zu erklären und der privaten Verfügung zu entziehen. Dabei werden bis jetzt Quellwasser, Grundwasser und Flußwasser rechtlich nicht als zusammenhängende Teile einer und derselben Sache angesehen, ein eigentliches Grundwasserrecht gibt es noch nicht. Die Wasserkraftausnützung wird durch die Wirkung der Tatsachen vielleicht ihr Teil zur Klärung dieser Fragen beitragen.

In allen Ländern sind von Staats wegen eigene Verwaltungsabteilungen gebildet worden, welche die Ausnützbarkeit der im Lande vorhandenen Wasserkräfte prüfen und die damit zusammenhängenden Aufgaben mit den Interessen der Schifffahrt, der Haus- und Landwirtschaft, der Gewerbe und des Verkehrs (Elektrisierung der Bahnen) vereinigen sollen.

Köhn hat im Jahre 1908 berechnet<sup>1)</sup>, daß in Europa allein, ohne Rußland und den Balkan, über 30 Millionen PS wirtschaftlich ausnützbar sind; das entspricht, man mag die PS noch so niedrig einschätzen, einem Kapitalwert von sicher über 10 Milliarden Mark. Ausgenutzt sind hiervon bis heute etwas über 2 Millionen PS, der Ausbau der Wasserkräfte nimmt stetig zu.

Der Nutzen der Wasserkräfte tritt nicht allein in der Kraftquelle zutage, von den Wasserkraftanlagen profitiert infolge des besseren Hochwasserschutzes und der verringerten Flußbau- und Unterhaltungskosten die gesamte Landesmelioration. Man kann auch schon bemerken, daß von der Wasserkraftnutzung eine belebende Wirkung auf Handel und Verkehr überhaupt

---

<sup>1)</sup> Siehe Köhn, Wasserwirtschaftliche Aufgaben Deutschlands auf dem Gebiet des Ausbaues von Wasserkraften, Zentralverband für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Berlin SW 11.

ausgeht. Da und dort vermochten die Wasserkraftanlagen einzelne Industrien nach dem Gebirgsvorland zu ziehen oder, in Berggegenden selbst, die Kleinindustrie und Landwirtschaft zu intensiverer Betätigung anzuspornen.

Es ist natürlich, daß jetzt, da die Kohle und die übrigen Brennstoffe mit den Wasserkraften konkurrieren, der Ausbau sich zunächst den großen Einheiten, etwa von einigen 1000 PS und mehr, zuwendet. Die Kleinwasserkraften aber, z. B. die Einheiten von einigen 100 PS, wie sie an kleineren Gewässern oder bei den Schleusenkraftwerken an kanalisiertem Flüssen usw. zur Verfügung stehen, werden ebenso, wie die Gezeitenkräfte, in der Zukunft noch allgemeiner ausgebeutet werden.

Wenn die Menschheit sich nunmehr anschickt, den starken, nimmer müden Riesen Wasserkraft ganz in ihren Dienst zu zwingen, so kommt sie damit ein Stück weiter in ihrer gesamten Kulturentwicklung; es ist ein Verdienst der Technik, daß die Lebenshaltung vieler sich freundlicher gestaltet und Handel und Verkehr gewinnen. Jetzt können in höherem Maße die Worte ihrer Erfüllung entgegengehen, mit denen der alte thessalonische Dichter den ersten Schritt auf diesem Wege, die Erfindung der Wasserräder, einst besang:

Schlaft nur aus, ihr Mädchen, und treibt nicht weiter die  
Mühle,

Mag auch noch so laut krähen der weckende Hahn.

Eurer Hände Mühn befahl Demeter den Nymphen!

Hei, die folgen geschwind, springen die Schaufeln herab,

Drehen das Rad rundum, und dies, mit gebogenen Speichen,

Wälzt den gehöhlten Stein von zwei Mühlen zugleich! —

Nun kehrt wieder zurück das Goldene Alter: die Nutzfron  
Lastet nur halb auf uns, halb nimmt Deo sie ab.

Antipatros, Epigr. (z. Z. von Julius Cäsar).

# I. Kapitel. Einführung.

## § 1. Die Aufgabe.

Die Natur ist verschwenderisch. Wenn das Wasser von den Gebirgen und Hügeln in Tausenden von Rinn-salen nach den Tälern hinab und zum Meere fließt oder wenn am Meeresufer die Wogen von Ebbe und Flut in ständigem Wechsel landein-, landauswärts ziehen, so wird bei diesen Naturvorgängen eine ungeheure Menge Arbeit geleistet. Diese Arbeit ist nach einem bekannten Gesetz meßbar als Produkt aus dem Gewicht der in der Zeiteinheit daherkommenden Wassermenge, multipliziert mit dem in Richtung der Schwerkraft durchmessenen Weg, dem Gefälle. Daß im stürzenden Wasserfall und in der Brandung des Meeres seit Urzeiten Riesenkräfte sich verzehren, weil sie entweder sich in sich selbst verpuffen oder an Strand und Sturzbett fortwährende Umwälzung und Zerstörung schaffen, ist augensichtlich; weniger offenbar wird der Kraftaufwand in dem übrigen, fließenden Teil der Gewässer. Um hier bloß den Effekt des Transports von der Höhe nach der Tiefe zu vollbringen, wäre eine bedeutend kleinere Arbeit erforderlich, als in Wirklichkeit geleistet wird: das sich selbst überlassene natürliche Gewässer verzehrt bei seinem Fließen Naturkraft auf doppelte Weise. Die in der Einzelperscheinung kaum merkbaren, in ihrer Gesamtheit aber allerorts, wo Regen auftritt und Wasser abfließt, sich geltend machenden geologischen Wirkungen der Denudation und Erosion legen Zeugnis ab von der Größe der Krafterleistung,

die Berge versetzt und Täler gräbt und das Antlitz der Erde langsam, aber von Grund aus umgestaltet. Und dies ist nur der eine Teil der Wirkung der Gewässerkraft, den anderen verbraucht das Wasser in seinem Fließen selber<sup>1)</sup>, ob es nun in kleinen Bächen seine wirbelnden Wellen über Wurzeln, Kies und Gerölle treibt, oder im breiten, tiefen Strombett seine Fluten hinwälzt. Auf diesem natürlichen Weg der Gewässer wird fortwährend eine gewaltige Menge mechanischer Arbeit getraucht, und das um so mehr, je vielfältiger die Gewässer sich zerteilen, je weiter der Umweg ist, den sie sich suchen. Das Wasser könnte aber sein Ziel auch mit viel geringerem Kraftaufwand erreichen, wenn ihm ein besserer Weg zur Verfügung stände, der künstlich zu schaffen wäre.

Dies zu vollbringen und dabei die nutzlos sich aufbrauchenden Energiemengen der Wasserfälle, der Gezeiten<sup>2)</sup>, der fließenden Gewässer überhaupt für die Menschheit dienstbar zu machen, ist die Aufgabe der Wasserkraftanlagen und des technischen Wissenschaftszweiges, der sich damit beschäftigt. Wie jede angewandte Wissenschaft, so muß auch die Wasserkraftnutzung hierbei von verschiedenen Seiten her auf ihr Ziel zuschreiten. Mit Hilfe des Bau- und Maschinenwesens findet sie Möglichkeit, Art und Form der Nutzbarmachung im allgemeinen und der baulichen und maschinellen Ausgestaltung im einzelnen; Ökonomik und Recht weisen die Grenzen, innerhalb deren die Ausnützung praktisch sich bewegen darf. Entsprechend diesen verschiedenen Wegen erfolgt der Ausbau der Wasserkräfte in vielfach spezialisierter Arbeitsteilung. Und die gesamte Allgemeinheit

<sup>1)</sup> Boussinesq, *Théorie de l'écoulement des liquides*. Paris 1897. — Rümelin, *Wie bewegt sich fließendes Wasser*. Dresden 1913.

<sup>2)</sup> Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 1911, S. 448.

verfolgt den in öffentliche und private Verhältnisse allenthalben einschneidenden Ausbau der Wasserkraftanlagen mit begreiflichem Interesse.

Für alle Teile, für die einzelnen Mitarbeiter wie für die Allgemeinheit, entsteht so aus verschiedenen Beweggründen heraus ein Bedürfnis nach Orientierung auf dem umfangreichen Feld. Damit erwächst die Aufgabe für unsere Darstellung, in zusammenfassender Weise eine Einführung in die Lehre von den Wasserkraftanlagen zu geben.

Die eigentliche Wasserkraftauswertung erfolgt, entsprechend dem heutigen Stand der Maschinenteknik, durch die Bewegung der Wassermotoren und die Erzeugung des elektrischen Stromes. Wenn auch ein näheres Eingehen auf diese großen Spezialzweige sich von selbst verbietet, so muß doch so viel daraus in den Kreis unserer Betrachtung gerückt werden, als zum Verständnis des Ganzen notwendig ist<sup>1)</sup>.

## § 2. Vorkommen der Wasserkräfte.

Ehe wir uns auf der Erde umschauen, in welcher Form und Menge Wasserkräfte auf ihr vorhanden sind, haben wir zuerst über den Begriff „Wasserkraft“ uns klar zu werden.

Eine Wasserkraft besteht aus den beiden Konstituenten Wassermenge und Gefälle. Soll an einem Fluß (siehe Fig. 1), in welchem im Mittel  $W$  cbm in der Sekunde abfließen, die Wasserkraft zwischen den Punkten  $A$  und  $B$ , die um das natürliche oder „Rohgefälle“  $H_{\text{roh}}$  voneinander verschieden sind, ausgenützt werden, so

<sup>1)</sup> Die Wasserturbinen sind von Paul Holl in zwei gesonderten Bändchen der Sammlung bearbeitet.

pfllegt man die Größe der gewinnbaren Kraft auszudrücken durch das Produkt

$$N = Q \text{ mal } H \text{ mal einem Zahlenfaktor } c,$$

worin  $Q$  die sekundliche Wassermenge bedeutet, die bei  $A$  entnommen werden kann und die stets kleiner als  $W$  ist, und  $H$  das konzentrierte oder „Bruttogefälle<sup>1)</sup>, welches an der Kraftstation erreicht wird und ebenfalls etwas kleiner als  $H_{\text{roh}}$  ist. In der Flußstrecke  $ADEB$  verbleiben nach der Ableitung des Werkwassers

$$W - Q \text{ cbm}$$

plus der etwaigen flußabwärts von  $A$  zugehenden Wasserzuflüsse. Von  $B$  ab ist wieder das ganze Wasser im Fluß. Das Produkt  $N$  stellt dar die Anzahl PS, Pferdestärken, der Wasserkraft. Wenn hiervon an der Turbinenwelle noch 75% nutzbar sind, so hat man  $c = 10$ , also

$$(1) \quad \text{Anzahl PS} = 10 Q H,$$

welche Formel für überschlägliche Rechnungen allgemein angewendet wird. Bei Bahnkraftwerken, Beleuchtungsanlagen usw., bei welchen der Kraftverbrauch zu einzelnen Tagesstunden [in den sogenannten Spitzen der Verbrauchskurve<sup>2)</sup>] außerordentlich in die Höhe schnell, ist für Formel (1) die folgende zu verwenden:

$$(2) \quad \text{Anzahl PS} = 5 \text{ bis } 8 Q H,$$

weil ein Teil der Wassermenge aufgespeichert werden muß zur „Spitzendeckung“<sup>3)</sup>.

Erklärung zu den Formeln.  $Q$  ist stets in cbm,  $H$  in m einzusetzen. Hat man z. B. 50 cbm und 30 m Gefälle, so ergibt das Werk bei 75% nutzbarer Leistung das Produkt  $A = 0,75 \cdot 50 \cdot 1000 \cdot 30$  kgm ab, welches gleich ist

1) Über den Begriff siehe das II. Kapitel in WA II.

2) Siehe WA III, § 17.

3) Siehe § 19 in diesem Bändchen.

einer Anzahl  $A_1 = \frac{0,75 \cdot 50 \cdot 1000 \cdot 30}{75} = 15000$  PS. Wie man sieht, ist  $c = 10$  und  $A_1 = 10 \cdot 50 \cdot 30 = 10$  QH.

Die Menge des Wassers ist in den Niederungen der Stromtäler groß, bei kleinem Gefälle; im Gebirge ist's umgekehrt. Was die Gleichmäßigkeit des Abflusses anlangt, so liegt, wegen der Retention der Winterniederschläge in der Schneedecke des Hochgebirgs, hier die Niederwasserzeit im Winter und die Hochwasserzeit im Sommer; im Hügel- und Flachland aber fließt der Regen rasch ab, daher hier Winterhochwasser und Sommerniederwasser. Kommt der Flachlandfluß aus dem Gebirge, so zeigt er, wie z. B. der Rhein bei Köln, auch während der Kleinwasserperiode des Sommers eine Anschwellung, welche noch von der Schneeschmelze im Ursprungsgebiet herrührt. Die Inkonstanz des Abflusses wird gemildert, wenn der Fluß einen See durchfließt, und zwar um so mehr, je größer dieser See ist. Beim Ausbau einer Wasserkraft ist die Frage nach der Konstanz deshalb so wichtig, weil sich danach die Bemessung der Kraftreserve richtet. Außerdem muß man die Wasserperioden kennen, also von der Wasserkraft wissen: tritt das Kleinwasser winters oder sommers auf, wie groß sind WMW, SMW usw.<sup>1)</sup> und wie lange dauern sie.

Die Reinheit des Wassers hängt, außer natürlich mit der Bodenbeschaffenheit, mit dem Flußgefälle zusammen; je steiler der Fluß, um so mehr Geschiebe kann er bewegen. Die Eisbildung der Flüsse steht in enger Beziehung zum Klima. Während in milderen Gegenden Oberflächeneis und Grundeis ungefährlich auftreten, können in Gegenden mit harten Winterfrösten

<sup>1)</sup> Vgl. WA II, § 5. Die dort z. B. angegebene „W 210“ entspricht der Sommer- oder Großwasserperiode der bayerischen Flüsse.



massenhaft entstehendes Eis oder im Wasser unaufgelöst schwimmende Schneemassen die Ausnützung der Wasserkraft ganz empfindlich stören, ja oft unmöglich machen. Verunreinigung des Wassers durch Laubfall ist bei größerem Umfang eine unliebsame Beigabe einer Wasserkraft.

Von besonderer Wichtigkeit für den Wert einer Wasserkraft ist ihre Lage zum Verkehr, damit die gewonnene Kraft auch Absatz finden kann. Die Möglichkeit einer noch wirtschaftlichen Fernübertragung hat 500 km überschritten. Die Lage zu benachbarten Elektrizitätswerken gewinnt immer mehr an Bedeutung, je mehr der Wert der elektrischen Betriebsgemeinschaft erkannt wird.

Endlich ist die Rechtslage zu studieren, um zu erkennen, welche öffentlichen oder privaten Interessen und Rechte der Wasserkraftnutzung entgegenstehen. In einsamen Gebirgsgegenden ist der Grunderwerb billiger als in bevölkerten Industrieniederungen.

Allen diesen verschiedenen Verhältnissen muß der Ausbau der Wasserkräfte Rechnung tragen.

### § 3. Die Wasserkraftverbraucher.

Weitaus die meisten Konsumenten verbrauchen die Wasserkräfte in der Endform der elektrischen Stromenergie. Fälle, bei welchen die Arbeitsmaschinen, wie z. B. die Holzschleifer bei den Papierfabriken, die Transmissionen bei den Mühlen usw., direkt mit den Turbinen gekuppelt sind und die mehr bei den mittleren und kleinen Anlagen vorkommen, sind seltener. Bei den elektrischen Betrieben kann man die Hauptbetriebsarten der Erzeugung von Licht und von Kraft unterscheiden, wor-

über Weiteres in dem Kapitel Betrieb<sup>1)</sup> ausgeführt ist. Von diesen Darlegungen wollen wir hier das Ergebnis vorwegnehmen, daß eine vollkommen wirtschaftliche Nutzbarmachung der Wasserkräfte nur im kontinuierlichen Fabrikbetrieb erfolgt.

Die Großindustrie muß den Ausbau solcher Wasserkräfte vorziehen, welche bei möglichster Konstanz und geringster Abstufung am vorteilhaftesten für den Verkehr gelegen sind, denn dieser führt ihnen die Rohmaterialien zu und schafft das Fabrikationsprodukt zu den Abnehmern. Wenn auch einzelne Industrien, wie die chemische, die elektrothermische Industrie und die Veredelungsindustrien, sich einer inkonstanten Wasserkraft besser anpassen können, als z. B. die von Mode- und Marktlage mehr abhängige Textilindustrie, oder die Großmühlen, die Konservenfabriken usw., so ist doch für alle Fabrikindustrie ein möglichst gleichmäßiger Betriebsverlauf das Ideal; die infolge inkonstanter Wasserkraft oder inkonstanten Verbrauchs notwendig werdende Speicherung des Produktes, die Unterbrechung im Bezug der Rohmaterialien, das ganze oder teilweise Abstellen oder Wiederaufnehmen der Fabrikation verteuern die Produktionskosten.

Außer der Konstanz der Betriebskraft ist für den Verbrauchs- und Ertragswert einer Wasserkraft auch wichtig der Grad der Betriebsbereitschaft, d. h. die Frage: Wie lange dauern die Reparaturen, die von Zeit zu Zeit nötig sind, und wie oft werden sie notwendig? Damit hängt zusammen die Entscheidung, wie groß die PS-Einheit zu bemessen ist, die durch eine Reparatur für den Betrieb fortfällt. Es ist wichtig, mehr Maschinen-PS zu installieren, als die Normalleistung des Werkes ausmacht,

<sup>1)</sup> WA III.

damit man bei Betriebsunterbrechungen eine genügende Reserve hat. Der Konstrukteur darf nicht in den Fehler verfallen, zu große Einheiten aufzustellen. Im allgemeinen gilt allerdings der Grundsatz, daß wenig große Einheiten für Anschaffung und Betrieb billiger sind als viel kleine, auch sind die Umsetzungsverluste geringer. Die größten Einheiten mit je 22 500 PS bei 51 m Gefäll und 200 Touren pro Minute hat die Washington Water Power Co. in dem Long-Lake-Werk aufgestellt, wobei die Turbinen von der J. P. Morris Co. gebaut worden sind.

Nur in den seltensten Fällen kann eine Wasserkraft an Ort und Stelle ausgewertet werden, gewöhnlich liegen die Stromverbraucher weit davon entfernt. Daher ist Regel bei den meisten Wasserkraftanlagen, den elektrischen Strom fortzuleiten, wobei zu unterscheiden ist die Fernleitung des Stromes im ganzen und die Aufteilung am Verbrauchszentrum in die mehr oder weniger zahlreichen Verteilleitungen zu den einzelnen Konsumenten.

Die Fortleitung der elektrischen Kraft erfolgt in denkbar einfachster Weise mittels ober- oder unterirdischen Drahtleitungen auf die größten Entfernungen; die Transformierung auf sog. Hochspannung, womit man auf 100 000 Volt und mehr gehen kann, vermeidet Leitungsverluste in weitem Maße und verbilligt die Kosten. Die Verarbeitung des elektrischen Stromes am Verbrauchsort ist bequem und sauber, und die Aufteilung an die verschiedenen Verbrauchsstellen nach Richtung, Größe und Zahl beliebig. Der Strom leistet entweder den mechanischen Effekt der Rotation der Motoren (Licht- und Kraftbetriebe), oder er entwickelt Wärme im elektrischen Ofen (z. B. Fabrikation von

Karbid, Kalkstickstoff, Elektrostahl, Ferrosilizium; Gewinnung von Luftstickstoff nach Birkeland-Eyde und Schönherr), oder er dient zur Elektrolyse (z. B. Ätznatronfabrikation mit Nebenbetrieben wie Chlorkalkherstellung usw.; Wasserstoff- und Sauerstofferzeugung).

#### § 4. Schema einer Wasserkraftanlage.

Fast alle Wasserkraftanlagen lassen sich in folgende zwei Teile gliedern:

1. den allgemeinen oder baulichen Teil und
2. den maschinellen Teil.

Der bauliche Teil begreift in sich die Bauanlagen für Fassung der Wasserkraft, Transportierung in den Werkgerinnen, Konzentrierung in der Kraftstation.

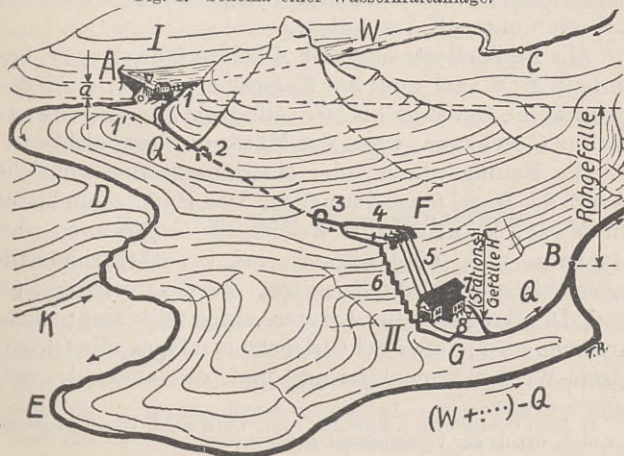
Der maschinelle Teil besteht mit verschwindenden Ausnahmen aus zwei Unterteilen: einem motorischen, der die maschinellen Anlagen zur Umwandlung der Schwerkraftenergie in die Energie der Rotation umfaßt, und einem elektrischen Teil, welcher die Anlagen zur Erzeugung des elektrischen Stromes aus der Rotation enthält. Ferner gehören dazu die Anlagen zur Sammlung, Messung, Schaltung und Fernleitung des Stromes nach den Verbrauchsorten.

Der allgemeine Teil ist in Fig. 1 an einem Beispiel schematisch dargestellt. In Wirklichkeit sind die ausgeführten Wasserkraftanlagen von diesem Beispiel mehr oder weniger verschieden, je nachdem einzelne Teile der Krafttrasse *AFGB* fehlen oder verändert sind. Die möglichen Abweichungen sind allgemein im II. Kapitel angegeben.

Aus dem Gebirge kommt ein Flußlauf *C-A-D-E-B*. Vorstudien mögen ergeben haben, daß bei *A* die Wasser-

menge  $Q$  ständig entnommen werden kann und daß die Ausnützung des Rohgefälles, d. i. des geodätischen Höhenunterschiedes zwischen  $A$  und  $B$ , möglich und rentabel ist. Daher wird ein Wehr oder eine Talsperre bei  $A$  errichtet, welche das Wasser dort faßt, und um den Betrag  $a$  aufstaut (und im Flußbett bis nach  $C$  Rückstau verursacht). Durch den Kanaleinlauf oder die Entnahmeanlage  $I$  wird das Wasser nun aus dem Fluß entnommen und seitlich abgeleitet in den Oberkanal oder Obergraben  $I-4$ . Durch die selbsttätige Entlastungsanlage (Überlauf)  $I'$  fließt etwa zuviel in den Kanal gelangtes Wasser von selber wieder in den Fluß ab. Der Oberkanal, welcher beispielsweise von  $I$  bis  $2$  offen, von  $2$  bis  $3$  im Stollen führt, bringt das Wasser zum Wasserschloß  $4$ , welches zusammen mit der Rohrbahn  $5$  und dem Maschinenhaus  $7$

Fig. 1. Schema einer Wasserkraftanlage.



die Kraftstation  $FG$  bildet. Im Maschinenhaus sind die Turbinen und Dynamos<sup>1)</sup> aufgestellt. Das seiner Energie entkleidete Wasser fließt dann im Unterkanal oder Untergraben  $\delta$  wieder dem Mutterfluß zu und wird ihm mittels des Kanalauslaufes bei  $B$  zurückgegeben. Oberkanal und Unterkanal stellen in ihrer Gesamtheit die Werkgerinne oder die Wasserfernleitung dar.

Falls in der Kraftstation eine Betriebsstörung eintritt, so daß eine oder mehrere Turbinen plötzlich ausgeschaltet werden, so kann mittels der Leerschußanlage  $\epsilon$ , zu der gewöhnlich auch ein selbsttätiger Überlauf (Streichwehr oder Heber) wie  $I'$  tritt, das überschüssige Wasser dennoch in den Untergraben gelangen.

In der Kraftstation wird nur diejenige Wassermenge ausgewertet, welche in dem Einzugsgebiet des Flusses oberhalb und bis  $A$  verfügbar ist; die Zuflüsse von  $A$  bis  $B$ , also z. B. der Nebenfluß  $K$  gehören nicht mehr zur „Wassernutzung“ der Anlage.

Alle Flußanlieger oberhalb  $A$  heißen Oberlieger, unterhalb  $A$  Unterlieger der Wasserkraftanlage. Auch das „künstliche Gewässer“  $AFGB$  gilt rechtlich als öffentliches Gewässer, wenn der Mutterfluß ein solches ist.

Die Raumlagerung der Maschinenstation vollzieht sich in der Regel folgendermaßen. Den Hauptraum bildet die Maschinenhalle, in welcher die Generatoren oder Dynamos und, ausgenommen bei Schachtturbinenanlagen (siehe § 16), die Turbinen, die Geschwindigkeits- und Druckregler, die Erreger aufgestellt sind; dazu kommen noch, außer bei Gleichstromanlagen, die Gleichstrom-Wechselstromumformer und die allenfalls vor-

<sup>1)</sup> Auch Generatoren („Erzeuger“) zum Unterschied von den Motoren genannt, welche am Verbrauchsort stehen.

handene Wärmereserve. Diese Halle wird der Länge nach durch einen fahrbaren Kran bestrichen; entlang den Generatoren läuft zumeist der Hauptbedienungsgang.

Von den Stromerzeugern geht der Strom durch die Stationskabel nach dem Schalthaus, das (außer bei sehr großen Anlagen, wo es ein eigenes Gebäude bildet) gewöhnlich auf einer der Längsseiten an die Maschinenhalle anstößt. In ihm pflegen sich zu befinden: der Sammelschienenraum mit den Meßzellen für Stationsstrom und Abgabestrom, Räume für Blitz- und Überspannungsschutz in der Fernleitung des Stromes, Räume für Transformatoren (für den Fall, daß der Strom vor der Fernleitung hochtransformiert wird) und weitere Räume für die Fernleitungsapparate. Endlich befindet sich noch im Schalthaus der Niederspannungsraum oder die eigentliche Schaltbühne, woselbst das Bedienungspersonal an den Instrumenten die Ablesungen besorgt und die Schaltungsmanipulationen vornimmt.

Die Fortleitung der elektrischen Energie von der Kraftstation zum Verbrauchsort, die „Fernleitung“ im engeren Sinn, erfolgt entweder mit Kabeln oder freien Drahtleitungen, kurz Freileitung genannt.

## § 5. Von den Wasserturbinen.

Die Turbinen hat man schon das Herz einer Wasserkraftanlage genannt. Die ganze Wasserführung und alle baulichen Teile müssen derart angelegt sein, daß der Turbinenbetrieb stets aufs beste funktioniert. Aus diesem Grunde müssen wir in unserer Betrachtung der Wasserkraftanlagen zunächst einen kurzen Blick auf den maschinellen Teil werfen.

Früher verwendete man bei Wasserkraftanlagen ausschließlich hölzerne oder eiserne Wasserräder<sup>1)</sup>, die heute nur noch bei den allerkleinsten Wasserkraftanlagen berechtigt sind. Seit etwa zwei Jahrzehnten ist die Anwendung der Wasserturbinen allgemein geworden. Von der Menge der verschiedensten Konstruktionen kommen nur noch die Francisturbine und die Freistrahlturbine<sup>2)</sup> in Betracht, in selteneren Fällen die Verbund- oder Pfarrturbine<sup>3)</sup>, eine zweistufige Francisturbine, und die Schwamkrugturbine, eine Unterart der inneren Freistrahlturbine.

Man trachtet danach, wo immer möglich Francisturbinen anzuwenden, weil bei ihnen das Konstruktionsmaterial am besten ausgenützt ist, und nur, wo bei relativ kleiner Wassermenge im Verhältnis zu hohem Gefälle die Francisturbinen unmögliche Ausführungsformen oder zu hohe Tourenzahlen erhalten müssen, was allerdings häufig vorkommt, greift man zur Freistrahlturbine, oder den anderen Turbinenarten. Dagegen fällt allerdings der Umstand ins Gewicht, daß die Freistrahlturbinen einfachere Bauart besitzen und der Abnützung, namentlich bei sandhaltigem Wasser, weniger unterworfen sind.

Bei der Freistrahlturbine (schematische Fig. 2), und ähnlich auch der Schwamkrugturbine, wird die kinetische Energie des fallenden Wassers in der Weise in mechanische Energie umgesetzt, daß man aus einer bei *A* absperrbaren Rohrleitung das Wasser auf ein in einem Gehäuse *G* sitzendes Laufrad frei einströmen läßt,

<sup>1)</sup> Hierüber nachzulesen bei Barth, Die zweckmäßigste Betriebskraft II, S. 125, 140 ff. (Sammlung Götschen).

<sup>2)</sup> Auch Pelton-turbine genannt. Pelton ist aber nicht der Erfinder. Über die Geschichte der Wasserräder siehe gleichfalls Barth II, S. 113 ff.

<sup>3)</sup> Z. B. Anlage Wiesberg in Tirol  $Q = 2,1$ ,  $H = 86,4$  (Zeitschrift für Turbinenwesen 1907, S. 345).



welches an seinem Umfang mit Schaufeln versehen ist. Beim Austritt aus der Rohrdüse  $D$  hat das Wasser je nach der Düsenform die Geschwindigkeit

$$(3) \quad v = 0,92 \text{ bis } 0,99 \sqrt{2g H_{\text{netto}}}$$

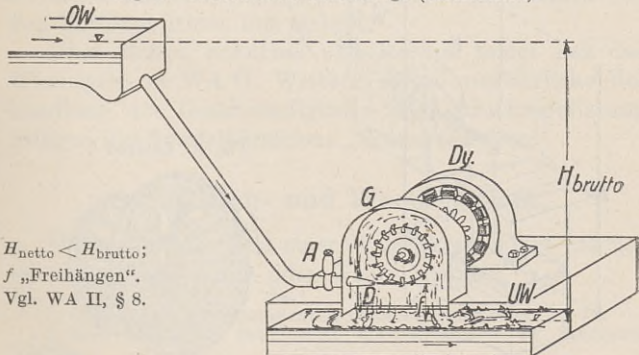
und die sog. Effektivenergie

$$(4) \quad E = 0,84 \text{ bis } 0,98 \frac{Q}{g} \cdot \frac{v^2}{2} = 0,84 \text{ bis } 0,98 Q \cdot H_{\text{netto}}.$$

Das Rad wird in Rotation versetzt und, da die Schaufeln entsprechend gekrümmt sind, so wird dabei die Kraftleistung des Wasserstrahls aufgenommen und kommt als Rotationsarbeitsleistung an der Turbinenwelle zum Vorschein.

Bei der Francisturbine (vgl. die schematische Fig. 3 und Fig. 4), verwendet man statt der einen oder mehreren Düsen eine zum vollständigen Kreis geschlossene Folge von Beaufschlagungen, „Leitzellen“, in ihrer Gesamtheit „Leitrad“ genannt,  $L$ , so daß also hier das rotierende Laufrad  $l$  durch einen geschlossenen Wasser-

Fig. 2. Freistrahlturbinenanlage (schematisch).



$H_{\text{netto}} < H_{\text{brutto}}$ ;

$f$  „Freihängen“.

Vgl. WA II, § 8.

ring beaufschlagt wird. Die Fig. 3 zeigt ausgezogen die Francisturbine im offenen Schacht (gestrichelt die Anordnung im Kessel *K*, wobei die Abschlußwand des Maschinenraums weiter hinten zu denken ist). Das Leitrad sitzt nicht, wie die Freistrahldüse, ganz am unteren Ende der arbeitenden Wassersäule, sondern ist mitsamt dem Laufrad einige Meter über dem Unterwasser in jene Wassersäule hineinverlegt; es dreht sich somit das Francislaufrad nicht im

Fig. 3. Francisturbinenanlage,  
„im Schacht“ und „im Kessel“.  
(Schematisch.)

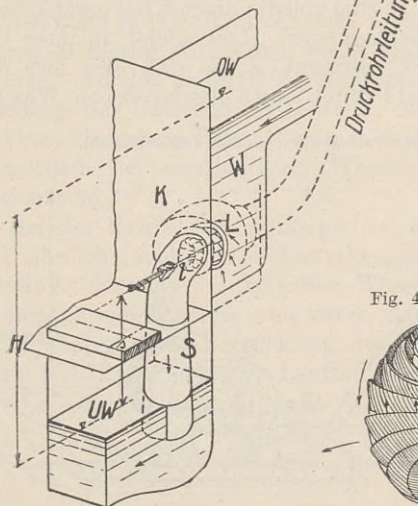
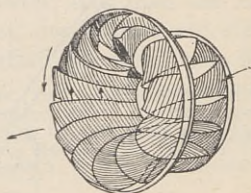


Fig. 4. Laufrad *L*.



Freien, sondern im „gespannten Wasser“. Nach seiner Energieabgabe verläßt das Wasser das Laufrad drucklos, ja sogar, weil die Turbine höher liegt als das Unterwasser, mit einem Unterdruck versehen, der ungefähr der Höhenlage des Laufradausgusses über dem Unterwasser entspricht und die „Saughöhe“ der Francisturbine genannt wird. Die konstruktive Verbindungsleitung  $S$  von der Turbine zum Unterwasser, die in Eisen oder Beton ausgeführt werden kann, heißt Saugrohr.

Der Umstand, daß in dieser Turbinenart das Wasser bei Luftabschluß seinen Arbeitsprozeß vollzieht, bringt es mit sich, daß man bei der Francisturbine mit der Länge des Saugrohrs bis an die barometrische Grenze gehen kann<sup>1)</sup>, während man beim Freistrahhrad von einer Aufstellung im Saugrohr für gewöhnlich Abstand nimmt. Die Freistrahlturbine nützt daher die ca. 0,5 bis 1,5 m, die zwischen der Düse und höchstem Unterwasser verbleiben, das sog. „Freihängen“, nicht aus.

Wichtige Bestandteile des motorischen Teils einer Wasserkraftanlage sind ferner die Regler, Rohrleitungen, Schützen und Rechen; alle diese werden gewöhnlich von den Turbinenfirmen mit erstellt.

Über Röhre, Schützen und Rechen findet sich das Wichtigste in WA II, Weiteres sowie ausführliche Behandlung der Geschwindigkeits- und Druckregulierung bringen die Spezialbändchen „Wasserturbinen“.

## § 6. Gleich- und Wechselstrom.

Der elektrische Teil einer Wasserkraftanlage erzeugt entweder Gleichstrom oder Wechselstrom<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Siehe Holls „Anleitung zum Turbinenrechenschieber“ S. 72.

<sup>2)</sup> Siehe hierzu die betreffenden Spezialbändchen der Sammlung Göschen.

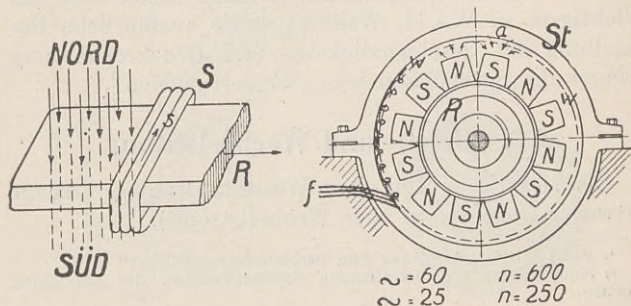
Beide Stromarten beruhen bekanntlich auf folgender Entstehung. Wenn, wie in Fig. 5 links, ein mit Drahtspulen  $s$  bewickelter Radkranz  $R$  in der Richtung des großen Pfeiles bewegt wird und dabei die dargestellten magnetischen Kraftlinien<sup>1)</sup> schneidet, so entsteht in der Wicklung ein elektrischer Induktionsstrom in der Richtung der kleinen Pfeiles. Dem Gedächtnis hilft die „Dreifingerregel“<sup>2)</sup>. Streckt man die drei ersten Finger der linken Hand wie rechtwinklige Koordinatenachsen aus, so zeigt der Daumen die Richtung der Kraftlinien, der Zeigefinger die Rotationsrichtung und der Mittelfinger die Richtung des Stromes.

Bei den Generatoren findet man nun gewöhnlich folgende Ausführung. Wie in der Fig. 5 rechts angedeutet ist, sitzt bei Wechselstrommaschinen die Wicklung gewöhnlich auf dem festen Teil, dem „Stator“  $St$ , und die Magnete sitzen auf dem „Rotor“  $R$ ; bei Gleichstrommaschinen bilden die Magnete den Stator und die induzierte Wicklung den Rotor, der dann Anker heißt. So oft, als in der Sekunde Nordpole oder Südpole an der Stelle  $a$  der Wicklung (Fig. 5 rechts) vorbeikommen, wechselt der Strom die Richtung im Punkt  $a$  und natürlich auch in

1) Die magnetischen Kraftlinien gehen vom Nordpol des Magneten hinaus und zum Südpol hinein.

2) Siehe Sammlung Göschen: Elektrotechnik I, S. 100.

Fig. 5. Erzeugung des elektrischen Stromes.



der ganzen Wicklung und in der Fernleitung  $f$ , wenn nicht, wie bei der Gleichstromdynamo, ein besonderer Maschinenteil, der Kollektor, den Strom fortwährend so „wendet“, daß in der Fernleitung  $f$  stets die „Gleichstromrichtung“ herrscht. Wechselstrom wird bekanntlich entweder als Einphasenstrom oder als Dreiphasenstrom, auch Drehstrom genannt, verwendet.

Bei nicht zu langer Fernleitung (bis etwa 4 km) und stark wechselndem Verbrauch, wie z. B. in Städten, ist Gleichstrom wirtschaftlicher. Bei Gleichstrom ist elektrische Kraftaufspeicherung in Akkumulatoren möglich, was insbesondere beim Betrieb von Verteilungsanlagen mit starken Schwankungen des täglichen Verbrauchs wertvoll ist. Der Gleichstrommotor besitzt ferner den Vorzug fast verlustloser Regulierbarkeit innerhalb weiter Grenzen. Gleichstrombogenlampen haben bei gleichem Energieaufwand größere Leuchtkraft und bessere Lichtverteilung. Für elektrolytische Betriebe kann nur Gleichstrom verwendet werden.

Gleichstrommotore sind im Preise etwas höher als Wechselstrommotore und bedürfen auch infolge Vorhandenseins des Kollektors aufmerksamer Bedienung. Im allgemeinen werden Gleichstromanlagen mit niederen und mittleren Spannungen, bis 750 Volt (ausnahmsweise bis 1000 Volt) angewendet. Versuchsweise sind auch schon höhere Spannungen durch Hintereinanderschalten von mehreren Gleichstromdynamos angewendet worden.

Wechselstrom verwendet man gerne dort, wo es sich darum handelt, größere Energiemengen auf größere Entfernungen und für weitverzweigten Verbrauch zu liefern. Durch Anwendung von hohen Spannungen (100 000 Volt und darüber) ist eine wirtschaftliche Übertragung auf die größten Entfernungen (600 km und mehr)

möglich. Wechselstrom ist leichter transformierbar als Gleichstrom. Der Nachteil, daß Wechselstrom sich nicht in Akkumulatoren aufspeichern läßt, kann ziemlich ausgeglichen werden durch die Möglichkeit, selbst weit voneinander entfernte Krafterzeugerstellen auf ein und dasselbe Netz arbeiten und gegenseitige Reserve zueinander bilden zu lassen.

Ein Vorteil des Wechselstroms ist, daß er leichter gegen Erde isoliert gehalten werden kann als Gleichstrom, weil er nicht elektrolytisch wirkt.

Es ist ein Vorzug des Drehstrommotors, daß er billiger ist wie der Gleichstrommotor, fast keiner Wartung bedarf und mit beliebig hohen Spannungen arbeiten kann.

## II. Kapitel. Einteilung.

### § 7. Die Wassernutzungsanlagen.

Die Wasserkraftanlagen im allgemeineren und im engeren Sinn sind Anlagen zur Wassernutzung.

Wassernutzungsanlagen können sein:

I. Wasserverwertungsanlagen, das sind Anlagen zur Ausnützung der stofflichen Eigenschaften des Wassers, der sogenannten Wassergüter, vor allem des Wassers selbst

in Hauswirtschaft und Gemeinwesen, zum Trinken, Waschen, Kochen, Baden, zur Städtereinigung und Kanalisation;

in der Landwirtschaft: Bewässerungsanlagen, Fischerei;

in der Industrie: Dampfanlagen, Nahrungsmittelgewerbe, Fabriken mit Benutzung des Wassers als Lösungsmittel, Kühlmittel, Mittel zur Druckfort-

pflanzung, zur Dichtung usw., Wasserbenutzung in der chemischen Industrie, natürliche und künstliche Eisgewinnung usw.

II. Wasserbahnanlagen, wozu alle Anlagen gehören, welche sich des Wassers als Verkehrsmittel bedienen, Schifffahrt, Flößerei und auch die sportliche Wasserbenützung.

III. Wasserkraftanlagen, das sind solche Anlagen, welche die Schwerkraftenergie des fallenden Wassers ausnützen. Verwertbar ist nicht nur die verhältnismäßig seltene Äußerung der Schwerkraft im natürlichen Wasserfall, sondern auch die viel häufigere Krafterleistung der ober- und unterirdisch fließenden Gewässer und der Gezeiten.

Die oben angeführten Anlagen I, II, III können auch teilweise miteinander vereinigt vorkommen.

Die Ausnützung der Schwerkraftenergie besteht in der Umwandlung der abwärtsgerichteten Fallbewegung oder des in der Fallrichtung sich äußernden Druckes der Wasserteilchen in andere Energieformen, welche zur nutzbaren Arbeitsleistung besser geeignet sind. Die Maschinen, welche zu dieser Energieumwandlung dienen, heißen Wassermotoren oder Wasserkraftmaschinen. Die Energieumwandlung in diesen Maschinen wird bewirkt entweder in eine einfache Richtungsänderung, oder in eine hin und her gehende Bewegung, oder, am häufigsten, in eine Drehung.

Danach läßt sich folgende Einteilung der heute bestehenden Wasserkraftanlagen treffen:

I. Anlagen mit Richtungsänderung der Wasserkraft: die Wasserkraft-Pumpwerke (Widder- und Hydropulsoranlagen). Diese Anlagen unterscheiden sich von allen folgenden sachlich insofern, als ihre Maschinen

nicht allein die Kraft umwandeln, sondern sofort auch selbst ausarbeiten eben in der Leistung des Pumpens.

II. Anlagen mit Umwandlung der Wasserkraft in hin und her gehende Bewegung: Anlagen mit Wassersäulenmaschinen.

III. Anlagen mit Umwandlung der Wasserkraft in drehende Bewegung. Dieser Vorgang kann stattfinden entweder:

- a) in den Wasserradanlagen oder
- b) in den Wasserturbinenanlagen.

Die Anlagen I bis IIIa, die zugleich die selteneren sind, kann man zusammenfassen unter dem Sammelnamen der Wasserkraftanlagen im allgemeineren Sinn, während die Anlagen IIIb die Wasserkraftanlagen im engeren Sinn darstellen. Bei diesen letzteren wird entweder die Rotation als solche für die Arbeitsleistung benützt, wie bei den Großmühlen, Holzschleifereien usw. und bei den vielen kleineren Anlagen, die mit der Turbine unmittelbar die Transmission treiben, oder aber, und das ist der allhäufigste Fall, es erfolgt noch eine weitere Energieumwandlung mittels der Dynamos aus der Rotationsenergie in den elektrischen Strom. Zuweilen kann es auch vorkommen, daß die Rotation wieder in hin und hergehende Bewegung mittels eines umgekehrten Kurbelgetriebes weiter verwandelt wird, wie bei den von Turbinen direkt angetriebenen Pumpen und Kompressoren.

## § 8. Wasserkraftanlagen im allgemeinen.

### I. Widderanlagen.

Widderanlagen sind auf dem platten Land zur haus- und landwirtschaftlichen Wasserversorgung allgemein verbreitet. Wie die Richtungsänderung der Bewegungs-

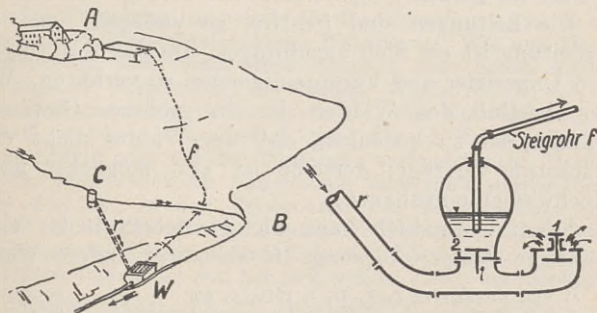


energie strömenden Wassers in diesen Anlagen bewirkt wird, zeigt ein Beispiel.

Sollen nach dem Punkt *A* einer trockenen Anhöhe (Fig. 6), welche 80 m über dem Talgrund *B* liegt, ca. 500 l pro Stunde hinaufgepumpt werden und ist im Tal eine Quelle oder ein kleiner Bach von 4 Sekundenliter Ergiebigkeit vorhanden, wovon drei Viertel ausgenutzt werden dürfen, so faßt man das Rinnsal an geeigneter Stelle in einem kleinen Becken *C* (meist wird ein Regenfaß verwendet) und führt von dem Becken eine steil fallende weite Rohrleitung *r* (Rohrdurchmesser  $2\frac{1}{2}$ —3 Zoll, Neigung mindestens 1:4) nach einem 8—9 m tiefer gelegenen Punkt *W* des Bachgerinnes, wo man den eigentlichen Widder aufstellt. Vom Widder weg legt man die Steigleitung *f*, welche geringeren Querschnitt wie *r* ( $1\frac{1}{4}$  Zoll Durchmesser) besitzt, nach dem Versorgungsgebiet hinauf.

Der Widder funktioniert folgendermaßen: Um ihn in Betrieb zu setzen, drückt man das Stoßventil (*1* in Fig. 6) nieder und sofort beginnt der Apparat zu arbeiten, was man an einem taktmäßigen Stoßgeräusch wahrnimmt; aus der

Fig. 6. Widderanlage (schematisch).



Ventilöffnung tritt in gleichmäßig abgesetzten Stößen Wasser aus. Als man nämlich das Ventil 1 herunterdrückte, strömte etwas Wasser hervor und die bisher ruhende Wassersäule der Falleitung kam ins Fließen. Diese Strömung drückt das Ventil 1 nach oben auf seinen Sitz, womit der Wasseraustritt ins Freie verschlossen ist und ein zweites Ventil (2 in Fig. 6) läßt Wasser in den Windkessel so lange eintreten, bis die lebendige Kraft des strömenden Fallwassers aufgezehrt ist. Dann fällt das Ventil 2, das man auch Steigventil nennt, durch sein Gewicht von selbst zu, und durch den Rückprall des nun abgebremsten Fallwassers öffnet sich wiederum das Ventil 1, das Spiel beginnt von neuem. Mit jedem Spiel steigt das Wasser im Windkessel und dann in der Steigleitung, bis es schließlich den Behälter A erreicht, wo es stoßweise ausfließt. Auf die Berechnung<sup>1)</sup> braucht nicht näher eingegangen zu werden; sie ist nach Analogie des obigen aus der Praxis gegriffenen Beispiels leicht durchzuführen. Von der den Widder liefernden Fabrik<sup>2)</sup> erhält man alle nötigen Angaben, besonders auch über den Wirkungsgrad und den Preis. Für wechselnde Aufschlagswassermengen ist das System Löh zu empfehlen. In den seltenen Fällen, daß z. B., wie bei Mineralquellen, Antriebs- und Förderungsflüssigkeit nicht miteinander vermischt werden dürfen, verwendet man statt eines einfachen Widders den Kolbenwidder von Durozoi (D. R. P. Nr. 66 035), bei welchem das Steigwasser einen senkrechten, das Stoßventil tragenden Treibkolben in Bewegung setzt. Auf diesem ist weiter oben ein Pumpenkolben angeordnet, welcher die Förderflüssigkeit stoßweise ansaugt und drückt.

Die Leitungen sind frostfrei zu verlegen; vor der Falleitung ist ein Sieb anzubringen, um das Eindringen von Ungeziefer und Verunreinigungen zu verhüten. Wo der Ausfluß des Widders in ein größeres Gewässer mündet, ist zu bedenken, daß der Widder nicht viel Rückstau verträgt; derselbe ist also möglichst über Hochwasser einzubauen.

Selbstverständlich kann die Antriebskraft für eine derartige Wasserförderung oft auch auf andere Weise

<sup>1)</sup> Vgl. Lorenz in Z. V. D. I, 1910, S. 89.

<sup>2)</sup> Z. B. Garvenswerke, Wülfel bei Hannover; Breuer & Co., Höchst a. M.

gewonnen werden, durch Windmotoren, Elektrizität, Gas u. dgl. Allein alle derartigen Anlagen bedürfen der Wartung, die Widder aber nicht; wenn man also Antriebswasser zur Verfügung hat, welches in absehbarer Zeit zu keinem anderen und besseren Zweck dienstbar gemacht werden kann, so werden in solchen Fällen die Widderanlagen auch in Zukunft recht brauchbare, billige Kleinwasserkraftanlagen sein.

## II. Hydropulsoranlagen.

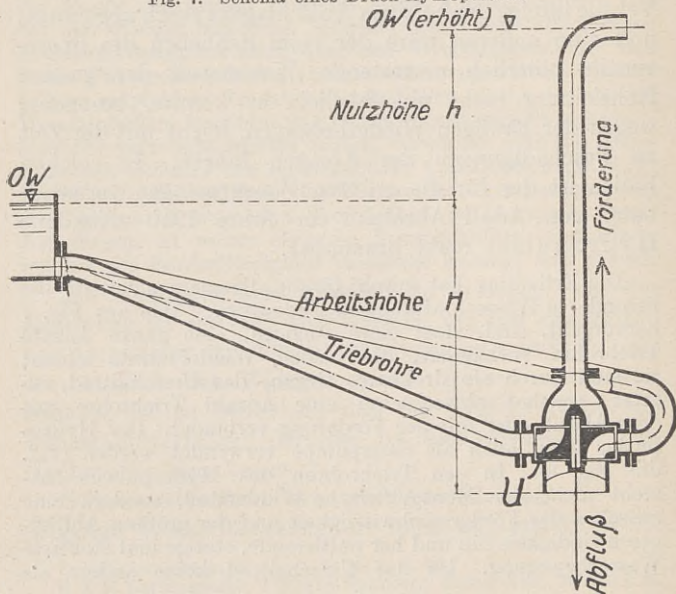
Für Förderung großer Wassermengen ist der Widder, abgesehen vom Wasserverlust, aus folgenden zwei technischen Gründen nicht geeignet. Einmal würden die Ventile infolge des heftigen Aufschlagens rasch abgenützt, und zum anderen wäre der beim Schließen des Sperrventils plötzlich eintretende Wasserstoß der ganzen Rohrleitung nicht ungefährlich, er könnte, besonders wegen der häufigen Wiederholungen, leicht mit der Zeit zu Beschädigungen der Anlagen führen. In solchen Fällen ist der für die größten Wassermengen verwendbare, von Adolf Abraham im Jahre 1910 erfundene Hydropulsor recht brauchbar.

Die Erfindung hat sowohl für die allgemeinen wie für die besonderen Wasserkraftanlagen Bedeutung. Wie aus Fig. 7 hervorgeht, sind, statt eines einzigen, eine ganze Anzahl Triebrohre vorhanden, die beiden Widderventile fehlen; sie sind durch ein drehbares Organ, das Umschaltrad, ersetzt, welches abwechselnd eine Anzahl Triebrohre mit dem Abfluß oder mit der Förderung verbindet. Der Hydropulsor kann auch als Saugpumpe verwendet werden (vgl. die Fig. 8). In den Triebrohren des Hydropulsors entsteht nicht der Montgolfiersche Widderstoß, sondern eine zwischen der Fördergeschwindigkeit und der größten Abflußgeschwindigkeit hin und her pulsierende, stetige und stoßfreie Wasserbewegung. Da das Umschaltrad keine andere als

eine geringe Reibungsarbeit zu leisten hat, in den Triebrohren allmähliche, also nicht kraftverschwendende Geschwindigkeitsübergänge herrschen und auch im Förderrohr nur relativ geringe Wirbelverluste auftreten, so ist der Wirkungsgrad derartiger Wassermotoren sehr gut, nach den bisherigen Ausführungen bis zu 70% und mehr.

Ein Hauptvorteil ist der Umstand, daß, bei genügendem Wasserzufluß, sehr geringe Gefälle noch ausgenutzt werden können. Die Maschinen eignen sich daher zum Zwecke der Wasserförderung besonders für Bewässerungs- und Entwässerungsanlagen, dann zum Wassersparen bei Schiffsschleusentreppen usw. Ein weites Verwendungsfeld steht dem Hydropulsor offen bei den

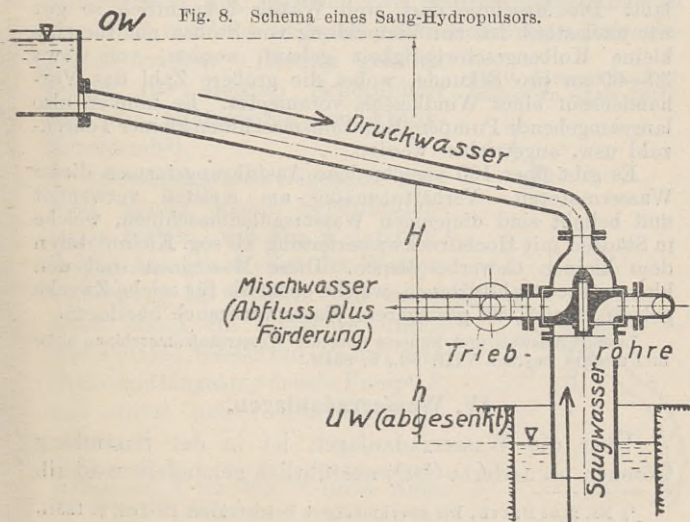
Fig. 7. Schema eines Druck-Hydropulsors.



wasserreichen Kraftstufen des Tieflandes, wo also außer dem eigentlichen Kraftwasser noch das zum Hydropulsorbetrieb nötige Überschußwasser zur Verfügung steht, und bei allen jenen Werken, welche unter Hochwasserrückstau zu leiden haben. Hier kann die Maschine mit gutem Nutzeffekt als sog. Gefälleverstärker arbeiten, wobei sie entweder, als Saugpumpe, das Unterwasser der Turbinen absenkt oder, noch besser als Druckpumpe, das Oberwasser über den Turbinen künstlich auf eine größere Höhe hebt als im Wasser-schloß; in diesem Fall werden die Einlaufschützen zu den Turbinenkammern geschlossen.

Literatur: Schulz, Der Hydropulsor. Sonderabdruck aus den Sitzungsberichten des Hamburger Bezirksvereins Deutscher Ingenieure, Nr. 6. Hamburg 1911. — Preger, Der Hydropulsor. Zeitschrift für den praktischen Maschinenbau 1912, Heft 2. Sonderabdruck.

Fig. 8. Schema eines Saug-Hydropulsors.



Zuweilen kann mit einer Wasserkraftpumpenanlage eine Humphrey-Pumpanlage konkurrieren. Näheres hierüber siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1911, S. 268ff.

### III. Wassersäulenmaschinen.

Während die Widder der Natur der Sache nach vorwiegend auf dem einsamen Lande am Platze sind, werden die durch Wassersäulenmaschinen getriebenen Kleinwasserkraftanlagen mehr in Städten und dichtbevölkerten Gegenden anzutreffen sein; denn die Möglichkeit, solche Wassermotoren aufzustellen, ist in den allermeisten Fällen mit dem Vorhandensein einer Ortswasserleitung eng verknüpft.

In diesen Maschinen wird der Druck einer Wassersäule in der Weise ausgenützt, daß man ihn mittels einer Steuervorrichtung abwechselnd auf die eine und andere Seite eines in einem Zylinder hin und her gehenden Kolbens wirken läßt. Die Maschine darf, weil Wasser bekanntlich so gut wie unelastisch ist, zur Vermeidung von Stößen nur für eine kleine Kolbengeschwindigkeit gebaut werden, von etwa 30—60 cm pro Sekunde, wobei die größere Zahl das Vorhandensein eines Windkessels voraussetzt. Es können also langsamgehende Pumpen, Rotationsmaschinen kleiner Tourenzahl usw. angetrieben werden.

Es gibt über 100 verschiedene Ausführungsformen dieser Wassermotoren. Verhältnismäßig am meisten verwendet und beliebt sind diejenigen Wassersäulenmaschinen, welche in Städten mit Hochdruckwasserleitung als sog. Kleinmotoren dem kleinen Gewerbe dienen. Diese Maschinen sind den kleinen Freistrahlturbinen, welche ebenfalls für solche Zwecke gebaut werden, an geringerem Wasserverbrauch überlegen.

Literaturausweis und Näheres über die Wassersäulenmaschinen siehe in Luegers Lexikon VIII. Bd., S. 864ff.

### IV. Wasserradanlagen.

Über die Wasserradanlagen ist in der Sammlung Göschen an anderm Ort<sup>1)</sup> ausführlich gehandelt, weshalb

<sup>1)</sup> Nr. 225: Barth, Die zweckmäßigste Betriebskraft II. Teil, S. 125ff.

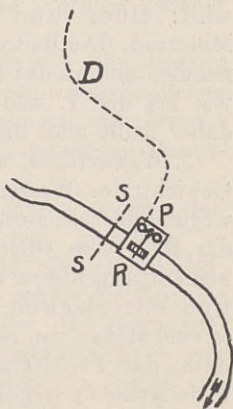
wir uns hier auf eine einteilende Übersicht und eine Gegenüberstellung mit den Wasserturbinen beschränken.

Die große Menge der Wasserräder, und damit auch der Wasserradanlagen kann man, je nach der Energieausnutzung, in 3 Klassen einteilen:

1. Wasserräder mit Ausnutzung der unveränderten Bewegungsenergie des natürlich fließenden Gewässers, wie dies bei der Mehrzahl der gewöhnlichen unterschlächtigen Wasserräder älteren Systems der Fall ist. Ein besonderes Fallgerinne ist nicht vorhanden, auch am Ort des Wasserrades herrscht ungefähr das gleiche Rinngefälle, wie an den übrigen freien Stellen des Gewässers. Dieser Art waren die ältesten Wasserräder, deren Erfindung dem großen Mithridates zugeschrieben wird; es waren die sogenannten Schiffsmühlenträder, die, zwischen zwei Schiffen aufgehängt, in den Fluß tauchten und auf jedem Schiff eine Getreidemühle trieben. Hierher gehören ferner die meisten Schöpfräder und die Hydrovolve von Frank-Kirchbach<sup>1)</sup>.

In wasserarmen Gegenden kann man häufig kleine Schöpfradanlagen treffen, wie Fig. 9 darstellt. Solche Anlagen dienen der Wasserversorgung im kleinen. In einem Bach hängt ein einfaches unterschlächtiges Wasserrad *R*, mit welchem eine langsamgehende Pumpe *P*, aus einem neben dem Bach ge-

Fig. 9. Kleine Schöpfradanlage an einem Bach.



<sup>1)</sup> Siehe Clairemont, Buch der neuesten Erfindungen, S. 273—275, W. Herlet, Berlin, Potsdamer Str. 113.

schlagenen oder gebohrten Rohrbrunnen, das Trinkwasser ansaugt und mittels der Druckleitung *D* oft kilometerweit nach dem Verbrauchsort drückt. Über das Rad und die Pumpe nebst Brunnen ist gewöhnlich eine einfache, verschließbare Hütte gebaut, um Beschädigungen zu verhindern. Meist ist oberhalb im Bach eine kleine Abdämmung durch einen Holzschütz angebracht, um für den Fall der Wasserklemme „schwellen“, d. h. das Bachwasser anstauen zu können; in diesen Zeiten läuft das Wasserrad nur dann, wenn man den Schütz zieht, was gewöhnlich einigemal am Tage wiederholt wird. Sonst ist bei diesen Anlagen, insbesondere wenn das Schwellen erübrigt, keine Bedienung nötig.

2. Wasserräder, welche in einem besonderen Fallgerinne ausschließlich oder vorwiegend die Gewichtsenegie des nach der Tiefe sinkenden Wassers ausnützen, wobei auf dem Wege durch das Rad vom Oberzum Unterwasser das Fließen des Wassers unterbrochen wird: Ober- und rückschlächtige Wasserräder, Millotrad. Die Radorgane, welche die Wasserenergie aufnehmen und an das Mühlrad weitergeben, sind hier nicht wie bei der 1. und 3. Art Schaufeln, sondern Zellen; daher heißt man diese Räder auch Zellenräder.

3. Wasserräder, welche in dem Fallgerinne außer dem Gewicht des Wassers auch einen Teil von dessen Bewegungsenergie ausnützen, so daß auf dem Weg durch das Rad, vom Ober- zum Unterwasser, das Fließen in keinem Augenblick aufhört: die verbesserten unter- und mittelschlächtigen Wasserräder, von denen es eine Menge von Systemen gibt, z. B. das Ponceletrad, dann das Pansterrad, welches bei Rückstau aus dem Unterwasser angehoben werden kann, und andere. Be-



sonders vorteilhaft sind die Kropfräder, weil bei ihnen das Fließen des Wassers sich am ungestörtesten vollzieht; hierher gehören das Sagebien- und das Zuppigerrad.

Die Wasserräder haben gegenüber den Wasserturbinen folgende Nachteile:

a) Die Tourenzahlen der Wasserräder sind klein, gewöhnlich unter 10 Umdrehungen pro Minute.

b) Selbst das beste Wasserrad der Klasse 3 erreicht günstigstenfalls höchstens den Wirkungsgrad einer schlecht arbeitenden Turbine, nämlich etwa 70—75%. Die Räder der Klasse 2 bleiben unter 70, die der Klasse 1 unter 60, ja sogar meist unter 50% Wirkungsgrad, die alten Schiffsmühlräder hatten noch nicht einmal 20.

c) Da in den Wasserrädern keinerlei Saugwirkung, wie bei den Francisturbinen, möglich ist, so werden diese Wasserkraftmaschinen vom Stand des Unterwassers und vom Rückstau bei höherer Wasserführung in unzulässig großem Maße beeinflußt.

d) Ein Wasserrad braucht für sich und seine Transmission viel mehr Bauraum als eine Turbine gleicher Leistung.

Demgegenüber haben die Wasserräder den Vorzug billigerer Anlagekosten, namentlich beim wasserbaulichen Teil; dies kann bei kleinen Kraftmengen ins Gewicht fallen, wo die Verzinsung des Anlagekapitals den Hauptteil der Betriebskosten ausmacht.

Wie man sieht, wiegen die Nachteile, welche den Wasserrädern gegenüber den Turbinen anhaften, so schwer, daß sie vor diesen das Feld räumen müssen; es wird nicht mehr lange dauern, so gehört die Zeit der Wasserräder, wenigstens der Mühlräder, der Vergangenheit an. Nur bei sehr kleinen Wasserkraftanlagen von ca. 20 PS und weniger, und relativ geringem Gefälle des

Mutterbachs (etwa unter 1%), wird der Neubau einer Kropfradanlage gegenüber einer Turbinenanlage auch in Zukunft wegen der geringeren Kosten im Vorteil sein. Die Anlagen sehen ähnlich aus wie die Fig. 9, an Stelle von *P* befindet sich die Übersetzung ins Schnelle zur Dynamo. Desgleichen werden kleinere Schöpfradanlagen, welche keine Wartung und nicht viel Reparaturen verlangen, ähnlich wie die Widderanlagen auch fernerhin an ihrem Platz wohlberechtigt sein.

## § 9. Wasserkraftanlagen im engeren Sinn.

Da die „Wasserkraftanlagen im allgemeineren Sinn“ nur eine untergeordnete Bedeutung und geringe Verbreitung besitzen, haben wir ein Recht, welches auch durch den Sprachgebrauch bestätigt wird, von den Wasserkraftanlagen mit Wasserturbinen als von den Wasserkraftanlagen im engeren Sinn oder von „Wasserkraftanlagen“ schlechtweg zu sprechen.

Wie alle Wassernutzungsanlagen, bestehen die Wasserkraftanlagen aus folgenden 5 Hauptteilen, von welchen der 2. und 3. auch fehlen können:

	(heißt bei den Wasserkraftanlagen gewöhnlich:)
1. Wasserentnahmeanlage <sup>1)</sup> ,	Kanaleinlauf, Stollenein-
2. Wasserspeicherungsanlage,	Stauanlage. [lauf.
3. Wasserfernleitung,	Oberwasser- und Unter-
	wassergerinne oder Ober-
	und Unterwasserkanal
	bzw. -Stollen.

<sup>1)</sup> Zu einer vollkommenen Entnahmeanlage gehört auch eine selbsttätige Entlastungsanlage, welche hinter dem Kanaleinlauf den Wasserspiegel ständig auf eine bestimmte Höhe von selbst einreguliert (siehe I' in Fig. 1 des § 4.)

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 4. Eigentliche Anlage zur Wasserbenutzung, | Kraftstation, Triebwerk. |
| 5. Anlage zur Wasserrückgabe,              |                          |
|  | Kanalauslauf.            |

Die Wasserkraftanlagen zeigen untereinander so viel Verschiedenheiten, daß es erwünscht erscheint, ähnlich wie bei den Wasserturbinen eine Einteilung aufzusuchen, nach welcher die gesamten ausgeführten und noch ausführbaren Wasserkraftanlagen übersichtlich eingeordnet werden können.

## § 10. Gesichtspunkte für die Einteilung der Wasserkraftanlagen.

Wir untersuchen zunächst, ob die Gesichtspunkte, nach welchen die Wasserturbinen eingeteilt werden, sich für die Wasserkraftanlagen herübernehmen lassen.

### I. System, Art und Form bei den Wasserturbinen.

Die Turbinen kann man einteilen nach der Verschiedenheit von System, Art und Form. Während die Verschiedenheit der Energieumwandlung einen Unterschied des Systems begründet [Francissystem<sup>1)</sup>, Freistrahlsystem], teilen sich die Turbinenarten ab je nach der Anordnung und Anzahl der Beaufschlagungen, wobei man noch in Unterarten je nach der Stärke der Beaufschlagung trennen kann (relative Schnellläufer, relative Langsamläufer; relativ starkstrahlige und relativ schwachstrahlige Freistrahlturbinen; einfache, Zwillings-, Doppelzwillings-Francisturbinen, einfache oder mehrfach beauf-

<sup>1)</sup> Die „American turbine“ kennzeichnet kein besonderes Turbinensystem, sie ist eine billigere Abart der Francisturbine.

schlagte Freistrahlturbinen). Die Form bezieht sich auf die Verschiedenheit der Bauart, nämlich die Lage der Achse, die äußere Begrenzung des Gehäuses und die Anordnung der Lager (stehende, liegende, offene, geschlossene, fliegende usw. Form).

Dementsprechend könnte man nun Wasserkraftanlagen mit Francisturbinen und Wasserkraftanlagen mit Freistrahlturbinen trennen und nach dem Vorstehenden noch weitere Unterteilungen machen. Für die Einteilung der Wasserkraftanlagen gibt es aber noch andere Gesichtspunkte wie bei den Wasserturbinen. Größe, Lage und Vorkommen der Rohwasserkraft auf der einen, die Anforderungen des Verbrauchs auf der andern Seite sind auf die Ausgestaltung der Wasserkraftanlagen von wesentlicher Bedeutung.

## II. Der Einfluß der Rohwasserkraft.

### a) Größe.

Mattern hat in seinem Buch über „Die Ausnützung der Wasserkräfte“ ungefähr bei 1000 PS die Grenze gezogen, unterhalb welcher die mittleren und kleinen Wasserkräfte liegen, deren Ausbau nicht mehr ein die Banken interessierendes Finanzunternehmen bildet. Die Mehrzahl der gegenwärtig entstehenden Wasserkraftanlagen stellt in ihren Maschinensätzen Einheiten von ungefähr 500—5000 PS auf, wobei die Größe der Einheiten, abgesehen von den jeweiligen Umständen des Einzelfalles, besonders von der Größe des Gefälles abhängt; wir können diese Anlagen zu einer Größenstufe der gewöhnlichen Wasserkraftanlagen oder der „Tausendereinheiten“ zusammenfassen.

Darüber liegt die Größenstufe der wenigen, von der Natur besonders begünstigten eigentlichen Groß-

wasserkraftanlagen, welche „Zehntausendereinheiten“ aufstellen, wie die bereits erbauten oder noch beabsichtigten Anlagen am Niagara in Nordamerika, am Iguazu in Südamerika, am Zambesi in Afrika, an der Rhone bei Génissiat in Frankreich, am Glommen und Tya in Norwegen, an den Ymatrafällen in Rußland u. a.

Die mittleren Wasserkräfte, welche kleineren Gemeinwesen zur Licht- und Kraftversorgung dienen, oder von einzelnen Großgewerbetreibenden ausgebaut werden, wie bei der Papierfabrikation, den größeren Kunstmühlen, Spinnereien, Luftverflüssigungsanlagen usw., stellen Anlagen vor, in welchen gewöhnlich Maschinensätze von etwa 100—500 PS aufgestellt werden; sie trennen sich dann folgerichtig als die Größenstufe der mittleren Wasserkraftanlagen oder der „Hundertereinheiten“ von den übrigen ab.

Es verbleiben noch die ganz kleinen Einheiten, welche von den Kleingewerbetreibenden in Mühlen, mechanischen Werkstätten usw. verwendet oder welche von Einzelnen für hauswirtschaftliche Zwecke, z. B. Beleuchtung, Wasserversorgung alleinstehender Anwesen oder aus Liebhaberei aufgestellt werden. Man könnte diese Anlagen als die Größenstufe der Kleinwasserkraftanlagen bezeichnen.

Bei diesen 4 Größenstufen der Wasserkraftanlagen besteht ein wesentlicher Unterschied

1. in den Kosten, nämlich der Höhe und dem gegenseitigen Verhältnis der Baukosten zu den Maschinenkosten, ferner in der Höhe der jährlichen Betriebskosten, und

2. im Wert. Der Ertrag ist im allgemeinen eine direkte Funktion der Größe; mit dem Ertrag steigt natürlich auch der Grundwert der Anlagen.

**b) Lage.**

Einen großen Einfluß auf die Erbauung und Ausgestaltung der Wasserkraftanlagen übt das Klima aus, insofern als es Unterschiede in der Feuchtigkeit der Jahreszeiten hervorbringt.

Eine Anlage, welche sich gegen Eisgefahr schützen muß, sieht ganz anders aus als eine solche, welche hiervon verschont ist. Bei viel Hochwasser werden Anlagen zur Verminderung des Rückstauens, bei störendem Niederwasser Speicherungen oder anderweitiger Ersatz der ausfallenden Kraft notwendig.

Man pflegt zu unterscheiden:

α) Das Gebiet der weißen Kohle<sup>1)</sup>, im Gebirge und Gebirgsvorland gelegen, wo die monatelang dauernde Retention der weißen Schneedecke das Winterniederwasser bewirkt. In der feuchten Jahreszeit, in welche auch die längeren Nächte fallen, herrscht also Wasserknappheit, während in der heißen Jahreszeit die Gewässer voll sind.

β) Das Gebiet der grünen Kohle oder das Hügel- und Flachland, in welchen der Winterschnee nicht lange liegen bleibt und die Wälder deshalb bald wieder grün aussehen. Bei den Flüssen, die aus diesen Gebieten ihr Wasser beziehen, herrschen in der feuchten Jahreszeit die höheren Wasserstände.

Außerdem aber können in diesen Hügel- oder Flachlandgebieten auch große Ströme fließen, welche im Gebirge entspringen. Die Wasserführung erreicht dann sowohl im Sommer wie im Winter einen Höchstwert; welcher von beiden der größere ist, hängt davon ab, ob das „weiße“ oder das „grüne“ Einzugsgebiet vorwiegt.

Diese Unterscheidung in weiße und grüne Kohle erscheint gerechtfertigt, weil der Gegensatz im Wasserhaushalt auch wesentliche Unterschiede im Ausbau mit sich bringt.

Die Lage im Gebirge, Hügel- oder Flachland bringt

<sup>1)</sup> Der Name stammt aus Frankreich, wo man anfangs unter „la houille blanche“ die Wasserkraft überhaupt verstand, im Gegensatz zur schwarzen Farbe der Kohle. Die weitergehende Unterscheidung ist in Deutschland geprägt worden.

aber noch einen tiefer greifenden Unterschied der Wasserkraftanlagen mit sich, nämlich den Unterschied des Gefälles. Je mehr Gefälle vorhanden ist, um so kleiner und billiger im allgemeinen wird die Wasserkraftanlage. Wir unterscheiden demgemäß Niederdruck- und Hochdruckanlagen; die ersteren weisen ein relativ niederes, die letzteren ein relativ hohes Druckgefälle auf. Die Grenze zwischen beiden haben wir an einer anderen Stelle unserer Schrift so angegeben, daß wir zu den Niederdruckanlagen alle die Wasserkraftanlagen rechnen, bei welchen Wasserschloß und Kraftstation zusammengebaut sind, und unter Hochdruckanlagen diejenigen verstehen, bei welchen Wasserschloß und Kraftstation durch eine sogenannte Hochdruck-Rohrbahn getrennt sind.

Die Entfernung vom Verbrauchsort bedingt Vorhandensein und Größe der elektrischen Kraftübertragung sowie, wegen der Kosten, auch den Grad der Ausbaufähigkeit einer Wasserkraft.

Die geographische Lage entscheidet darüber, ob elektrische Betriebsgemeinschaft möglich ist oder nicht. Hier werden aber wohl noch längere Zeit Besitzverhältnisse und Landeszugehörigkeit die Grenze bilden, über welche hinaus das gemeinsame Netz, auf das verschiedene Zentralen arbeiten, sich nicht ausdehnen läßt.

### e) Vorkommen.

Auf der Erdoberfläche unterscheiden wir außer den oberirdisch fließenden Gewässern noch die unterirdisch fließenden Gewässer oder das Grundwasser und die Gezeiten des Meeres. Außer den gewöhnlichen Wasserkraftanlagen sind daher noch die Abarten der

## Grundwasserkraftanlagen und Gezeitenkraftanlagen

anzuführen.

Die ersteren, die bis jetzt noch kaum ausgeführt sind, aber hinsichtlich des technischen und rechtlichen Charakters der Wasserentnahme ein selbständiges Ganzes darstellen, kommen hauptsächlich im Gebirge in Betracht, wo sehr viel Gefälle zur Verfügung steht. Die Gezeitenkraftanlagen verlangen sowohl für die Wasserentnahme und -rückgabe, wie namentlich für ihre Wasserspeicherung und ihre Kraftstationen baulich und rechtlich eigenartige, selbständige Anlagen<sup>1)</sup>.

Daß in stark bevölkerten Gegenden bei günstigen geographischen Verhältnissen zuweilen auch der Abwasserabfluß bedeutende Kraftmengen liefern kann, beweist das Abwasserkraftprojekt Buffalo-Lewiston, bei welchem hierdurch viele Tausende von Pferdekräften gewonnen werden sollen.

Die Wasserkräfte der oberirdisch abfließenden Gewässer sind auf der Erde in zwei Hauptformen vertreten, entweder ist der senkrechte Wasserabfall schon von Natur aus vorhanden, oder er muß durch Sammlung des Gefälles künstlich erzeugt werden. Dies ist seltener ohne, in der Regel nur mit Fernleitung des Wassers möglich. Dementsprechend haben wir zwischen Wasserkraftanlagen ohne und Wasserkraftanlagen mit Wasserfernleitung zu unterscheiden. Es macht hier weiter einen bedeutenden rechtlichen Unterschied, ob die Wasserfernleitung intern oder extern erfolgt, d. h. innerhalb des Flußgebietes bleibt oder zwei getrennte Flußgebiete verbindet.

---

<sup>1)</sup> Eine besondere Art stellen die „Wellenkraftanlagen“ dar (vgl. Z. Verb. D. A. u. I. V. 1913, S. 30), die sich aber heute noch durchaus im Versuchsstadium bewegen.



### III. Die Bedürfnisse des Verbrauchs.

Neben den besonderen Eigenschaften der in der Natur gegebenen Rohkraft beeinflußt auch der Verbrauch die Gestaltung der Wasserkraftanlagen in besonderem Maße. Seine Anforderungen stufen die Größe der einzelnen Maschinensätze ab und bestimmen die Notwendigkeit vorübergehender Steigerungsfähigkeit, sowie den Umfang dieser Steigerung.

Wenn eine Anlage, wie die von Thusis-Tiefenkaasel, der Lieferung von Licht und Kraft und dem Straßenbahnbetrieb dient, also die tägliche Kraft nicht gleichmäßig über 24 Stunden verteilt verbraucht, sondern Verbrauchssenken und Verbrauchsspitzen aufweist, so besitzt sie ein ganz anderes Aussehen und einen anderen Wert als z. B. Wasserkraftanlagen der chemischen Großindustrie, wie die bei Trostberg und Tacherting, welche zur Erzeugung von Karbid und Kalkstickstoff dienen. Bei der ersteren muß der Stauraum der Wehranlage für die größten an einem Tage vorkommenden Verbrauchsschwankungen ausreichend bemessen sein, und sämtliche Teile der Anlage sind für eine viel größere als für die mittlere Jahreswassermenge auszubauen. Bei den letzteren Werken dagegen, wo solche Tagesschwankungen nicht vorkommen, erübrigt ein derartiger Ausbau. Danach müssen wir zwischen Wasserkraftanlagen mit Spitzendeckung und Wasserkraftanlagen ohne solche trennen. Diese Spitzensteigerung ist zu unterscheiden von der Jahreszeitenreserve, welche die Einflüsse der Niederwasserperiode, also der Inkonstanz des Wasserhaushalts, auszugleichen sucht.

## § 11. Einteilung der Wasserkraftanlagen.

Eine systematische Einteilung der vielfältigen Ausführungsformen der Wasserkraftanlagen nach den vorstehenden Gesichtspunkten ist bisher noch nicht getroffen worden. An Hand des nachfolgenden Einteilungsmusters ist es nun möglich, sich aus den Veröffentlichungen in der Literatur, aus eigenen Beobachtungen usw. eine nach den wichtigsten Unterscheidungsmerkmalen geordnete Sammlung ausgeführter Beispiele anzulegen und über die verschiedenen obwaltenden Verhältnisse einen Überblick zu gewinnen.

### Vorbemerkungen.

1. Die Kosten einer Pferdekraftstunde und der Wert einer Wasserkraft überhaupt sind, abgesehen von anderen Dingen, in hohem Maße mit der Größe einer Wasserkraftanlage veränderlich, die nachfolgende Einteilung ist daher für jede Größenstufe der Wasserkraftanlagen (vgl. § 10) besonders aufzustellen. Es mögen bedeuten

- Größenstufe A die Großwasserkraftanlagen,
- „ B normale oder gewöhnliche Wasserkraftanlagen,
- „ C mittlere Wasserkraftanlagen,
- „ D kleine Wasserkraftanlagen.

2. Es empfiehlt sich, die elektrizitätslosen Wasserkraftanlagen von den stromerzeugenden in der Beispielsammlung zu trennen, also durch A, B, C, D Wasserkraftanlagen mit Erzeugung von elektrischem Strom und  $A_0$ ,  $B_0$ ,  $C_0$ ,  $D_0$  Wasserkraftanlagen ohne Erzeugung von elektrischem Strom zu unterscheiden.

3. Da die Maschinenkosten, wie auch die baulichen etwas wechseln, je nachdem die Turbinenwelle liegt oder steht, so sind ferner zu unterscheiden Anlagen I, II, III usw. mit liegender Welle und I', II', III' usw. mit stehender Welle.

4. Nach Stromart und Spannung müssen die Beispiele unterschieden werden durch Zusatz der Buchstaben a bis e:
- a mit Gleichstrom,
  - b mit Einphasenwechselstrom, ohne Hochspannungsfernleitung,
  - c desgleichen mit Hochspannungsfernleitung,
  - d mit Drehstrom, ohne Hochspannungsfernleitung,
  - e desgleichen mit Hochspannungsfernleitung.

Zweckmäßig setzt man die sekundliche Periodenzahl, die Fernleitungsspannung usw. hinter die kleinen lateinischen Buchstaben, z. B. b (15), e (50; 50 000).

5. Die verschiedenen Hilfsmittel, mit welchen den täglichen Spitzen und Saisonschwankungen begegnet wird, werden durch Buchstaben und Zahlen bezeichnet (betr. Zahlen s. nächste Seite):

(Zahlen) Spitzendeckung oder Jahresreserve hydraulisch,		
h	„	hydraulisch aus Hochdruckreserve,
w	„	aus einer Wärmereserve,
z	„	„ Akkumulatorenzellen,
n	„	„ dem gemeinsamen Netz elektrisch. Betriebsgemeinschaft.

6. Je nach der Betriebsart sind  
 Ⓐ Licht-, Ⓑ Kleinkraft-, Ⓒ Bahn-, Ⓓ kontinuierliche Fabrikbetriebe zu trennen.

7. Wichtig sind ferner klimatische Angaben:

- α Gebiet der weißen Kohle, ohne starke Eisgefahr,
- β Gebiet der weißen Kohle, mit starker Eisgefahr,
- γ Gebiet der grünen Kohle, ohne starke Eisgefahr,
- δ Gebiet der grünen Kohle, mit starker Eisgefahr,
- ε Gebiet der weißen und grünen Kohle, ohne starke Eisgefahr,
- ζ Gebiet der weißen und grünen Kohle, mit starker Eisgefahr,
- η heiße Länder ohne jede Eisgefahr.

8. Grundwasser- und Gezeitenwasserkraftanlagen, ebenso Abwasserkraftanlagen sind durch ausföhrlichere Bezeichnung erkenntlich zu machen:

9. Es steht frei, durch Verwendung anderer Buchstaben beliebige weitere Unterscheidungsmerkmale anzubringen. Da aber derartige Zusammenstellungen nur für den be-

sonderen Zweck, für den sie gemacht werden, Interesse zu haben pflegen, so sind hier wegen solcher Buchstabenverwendung allgemeine Vorschläge unterlassen.

Eine Sondergruppierung können z. B. bedingen:

- die Landeszugehörigkeit,
- die Eigentums- und Rechtsverhältnisse,
- der Grad der Ausbaustufe,
- der Verbrauchszweig,
- die Benutzungsdauer,
- die Betriebsart,
- technische Besonderheiten, wie Maßnahmen gegen Rückstau, mehrere Wasserkraftanlagen hintereinander (Tandem) usw.

### Einteilungsschema für Wasserkraftanlagen.

I. Niederdruckanlagen mit Turbinen im offenen Schacht, Transmission zwischen Turbine und Generator.

- 1 bis 4 Ausnützung eines natürlichen Wasserfalls; keine Wasserfernleitung:
  - 1 ohne Tagesspitzendeckung, ohne Jahreszeitenreserve;
  - 2 mit Tagesspitzendeckung, ohne Jahreszeitenreserve.
  - 3 mit Jahreszeitenreserve in vorhandenem See;
  - 4 mit Jahreszeitenreserve in künstlichem Stausee.
- 5 bis 8 Ausnützung eines künstlichen Wasserfalls; keine Wasserfernleitung;
  - 5 bis 8 entsprechend wie bei 1 bis 4.
- 9 bis 12 Ausnützung eines natürlichen Wasserfalls; mit Wasserfernleitung intern;
  - 9 bis 12 entsprechend wie bei 1 bis 4.
- 13 bis 16 Ausnützung eines künstlichen Wasserfalls; mit Wasserfernleitung intern.

- 17 bis 20 Ausnützung eines natürlichen Wasserfalls;  
mit Wasserfernleitung extern.
- 21 bis 24 Ausnützung eines künstlichen Wasserfalls;  
mit Wasserfernleitung extern.

II. Niederdruckanlagen mit Turbinen im offenen Schacht.

1 bis 24 wie oben.

III. Niederdruckanlagen mit Turbinen im (eisernen) Gehäuse.

1 bis 24 wie oben.

IV. Hochdruckanlagen mit Francisturbinen.

1 bis 24 wie oben.

V. Hochdruckanlagen mit Freistrahlturbinen.

1 bis 24 wie oben.

### Beispiel.

Die drei oberbayerischen Wasserkraftanlagen Moosburg, Trostberg und Tacherting, sämtlich an Gebirgs- vorlandflüssen im Diluvialkies gelegen, von 5600, 2200 und 9300 Bruttoperferdekräften, scheinen auf den ersten Blick ohne weiteres vergleichbar. Nach Obigem aber klassifiziert, springt die Verschiedenheit sofort in die Augen. Die Klassenbezeichnung lautet der Reihe nach, wobei auch die Stationskonstituenten und das Baujahr beigefügt sind:

B II  $\alpha$ , 13 n.  $\mathfrak{L}$ ,  $\mathfrak{R}$  e ( $\tilde{50}$ ; 50000). Q 70; H 7, 9. 1907.

B II  $\alpha$ , 13—.  $\mathfrak{F}$  d ( $\tilde{50}$ ). Q 43; H 5. 1909.

B III  $\alpha$ , 13—.  $\mathfrak{F}$  d ( $\tilde{50}$ ). Q 50; H 18,5. 1909.

Bei aller Kürze lassen sich die wichtigsten Merkmale deutlich hervorheben, was für die Statistik wertvoll ist.

### III. Kapitel. Die Einzelbestandteile der Wasserkraftanlagen.

#### § 12. Wehre.

Ein für Wasserkraftgewinnung erbautes Wehr ist (für gewöhnlich) eine Stauanlage von mäßiger Höhe, durch ein Bach- oder Flußbett gebaut, welche im allgemeinen auf ihre ganze Länge vom Fluß überströmt oder vermittels einzelner Öffnungen durchströmt werden kann, und mit einer Anlage zur Werkwasserentnahme verbunden ist. Ausnahme: Streichwehr, Spiegelschleuse sowie die Wasserentnahme mittels eines Hebers.

Man unterscheidet: Grundwehre und Überfallwehre,

je nachdem das Unterwasser die Höhe des Wehrrückens erreicht oder nicht. Extremster Fall des Grundwehres (Wehrkörper ganz bündig mit der Flußsohle) bei den Sohlschwellen, den Spiegelschleusen in Tirol, Fig. 10;

ferner Zeilenwehre, Stauwehre oder Wehre schlechtweg und Streichwehre,

Fig. 10. Spiegelschleuse.

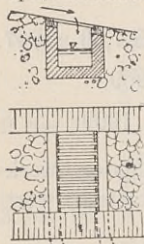
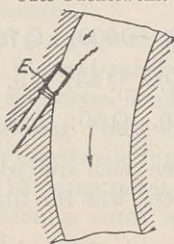


Fig. 11. Zeilen- oder Fachelwehr.



Zeilenwehre, auch Fachelwehre genannt (von einfäden), reichen nicht über die ganze Flußbreite, Fig. 11; Streichwehre sind entlang der Strömungsrichtung des Flusses seitlich an diesem erbaut, stauen also nicht auf, Fig. 12;

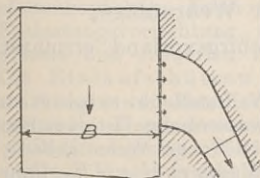
endlich feste und bewegliche Wehre,

fest z. B. die linke Wehrhälfte in Fig. 14, beweglich z. B. der mittlere Teil von Fig. 14.

In geschiebe- und eisführenden Flüssen ist eine solide Gründung Hauptaufgabe des Wehrbaues. Besonderes Augenmerk ist zu richten auf die Erstellung eines ausreichenden Sturzbettes unterhalb des Wehres (Kolk-sicherung!) und auf genügenden Schutz der Wehrflügel gegen Katastrophenhochwasser. An den Stellen, wo das Wasser über die Stauwand stürzt, soll kein wesentlich stützender oder tragender Konstruktionsteil so angeordnet sein, daß er von der abstürzenden Woge direkt getroffen werden kann, weil er sonst bei Hochwasser, das größere Steine, Baumstrünke usw. führt, Gefahr läuft zerstört zu werden. Feste Wehre sind leichter annähernd wasserdicht herstellbar als bewegliche (zulässige Undichtigkeit hierbei 10—20 l/afd. m). Am wenigsten dicht und daher für Kraftanlagen selten brauchbar sind Nadelwehre). Die Geschiebe- und Eisabfuhr muß ohne jede Stockung vor sich gehen können. Alle beweglichen Wehrteile müssen bei Versagen des elektrischen Stromes auch von Hand bedienbar sein, sie dürfen nicht selbsttätig funktionieren (sonst tun sie es meist gerade dann, wenn man es nicht haben will).

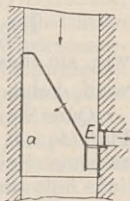
Die meisten Wehre sind annähernd

Fig. 12. Streichwehr.



unter  $90^\circ$  über den Fluß gebaut und besitzen geraden oder gekrümmten Grundriß. Letzteres ist vorteilhaft, weil überstürzendes Wasser, Ge-

Fig. 13. Schiefes Wehr.



schiebe usw. nach der Mitte zusammengehalten wird, auch ein etwaiger Kolk rückt nach der Flußmitte. Das schiefe Wehr (Fig. 12) hat den Nachteil, daß es die Schwebestoffe nach dem Kanal hin einfängt und daß das Ufer bei  $a$  starken Angriffen ausgesetzt ist.

Im Interesse Dritter können an einem Wehr folgende besondere Anlagen notwendig werden:

1. Fischpaß;
2. Floßgassen und Triftrinnen;
3. Kammerschleusen;
4. Durchleitung von Kanalisationssträngen, von Fußgänger- und anderem Verkehr quer über die Wehrstelle;
5. Wasserzuleitung wehrabwärts für Bewässerung oder Gemeingebrauch, überhaupt Anlagen zur Mitbenutzung für andere Wassernutzungsanlagen;
6. Drainierung etwaiger versumpfter Stellen oberhalb des Wehres.

Je nach dem Fehlen oder Vorhandensein und je nach Art und Größe der Wehröffnungen, nach dem Vorhandensein der Besonderen Anlagen, je nach der Lage im Flachland, Hügelland oder Gebirge, in einsamen Gegenden oder bevölkerten Industriegebieten, bilden sich die verschiedensten Typen der Wehre heraus.

Für das zu Wehrbauten nötige Mauerwerk hat sich der Betonbau allerorten mit Recht das Feld erobert.

### Die einzelnen Teile einer Wehranlage,

wie sie besonders häufig im Gebirgsvorland errichtet wird, zeigt Fig. 13.

Quer durch den abwärts der Wehrstelle korrigierten Fluß ( $S_2 < S_1$  entsprechend der Werkwassermenge) ist zwischen eisernen Spundwänden ein kombiniertes Wehr gebaut, links mit dem festen Wehr nebst Wasserkissen  $K$ , dann

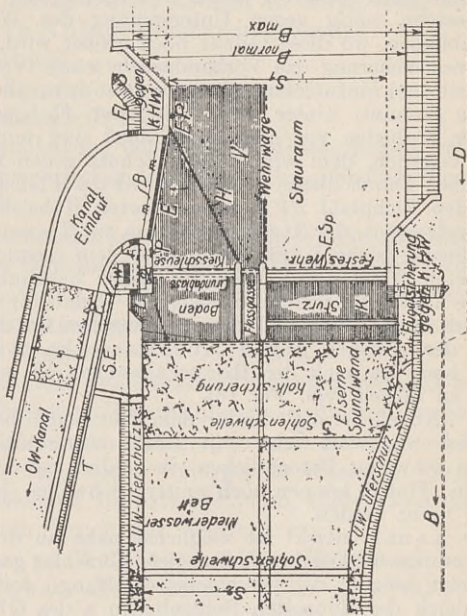


in der Mitte Floßgasse, deren versenkbarer Schütz auch Triftholz und Eis abzuführen erlaubt, und rechts der mit eiserner Schützkonstruktion oder Walzenwehr verschlossene Grundablaß (Kiesschleuse). Beide beweglichen Wehrteile mit Elektromotoren  $m$  oder von Hand bedienbar. Die Spundwände sind in dem bei diesem Beispiel vorhandenen Kiesboden und auch sonst bei jedem Untergrund, der nicht aus Fels besteht, nötig gegen Unterspülung des Wehrs; bei Grundablässen, wo diese Gefahr noch größer wird, muß zur Spundwandsicherung das Vorhandensein eines Vorbodens (Stichpritsche) hinzutreten. Der Sturzboden, auch Abfallpritsche genannt, hinter dem Wehr, der Floßgassenboden und der Vorboden vor dem Grundablaß sind mit Dielenbelag versehen, dem wirksamsten Schutz gegen Frost und Geschiebe. Durch diesen Wehrbau wird der Fluß bis zu der durch den Eichpfahl  $EP$  konzessionierten Höhe der Wehrwage aufgestaut, der Stauraum kann zur Tagesaufspeicherung dienen (siehe § 19). Gegenüber dem rechnermäßig ermittelten Aufstau des höchsten bisher bekannten Hochwassers  $KHW$  (Spiegelbreite  $B_{max}$  im Grundriß) sind noch 1 bis 2 m in der Höhe an Freibord zuzugeben für die Sicherung der Flügel gegen Hochwasserkatastrophen; ebenso hoch ist auch der Hochwasserschild am Einlauf herauf zu führen (vgl. Fig. 16).

Die „Kolksicherung“ hinter dem Sturzboden besteht aus schwerem Steinwurf oder mit Draht untereinander verhängten schweren Betonstücken, sie endet mit einer Sohlschwelle. Flußab können noch weitere Schwellen gegen Eintiefung nötig werden.

Der Kanaleinlauf ist möglichst nahe an den Grundablaß herangerückt und nach Stenglers Vorschlag gegen diesen vorgeneigt wegen der Geschiebefreihaltung; seine Breite etwa gleich der doppelten Sohlenbreite  $s$  des  $OW$ -Kanals; pfeifenkopfförmige Form des Einlaufs.  $SE$  = selbsttätige Entlastungsvorrichtung zum Regulieren des Werkwasserzulaufs und Abwerfen etwa eingedrungenen Hochwassers. Die Einlaufschützen (in der Fig. 14 Doppelschützen zu denken) von Hand oder motorisch bedienbar, Einlaufschwelle  $E$  mindestens 1,2 m über Flußsohle erhöht.  $B$  = Bedienungssteg. Weitere Einzelheiten eines Kanaleinlaufs sind aus Fig. 16 ersichtlich.  $W$  = Wärterbude, durch Tele-

Fig. 14. Die einzelnen Teile eines Wehres (in einem kiesführenden Fluß).

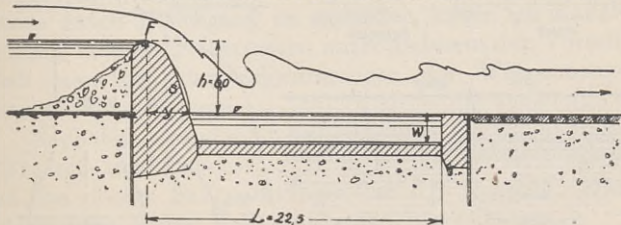


phonleitung  $T$  mit dem Werk verbunden.  $F$  = Fischpaß, oben mit Schütz verschließbar; unterhalb bei  $L$  die sog. „Lockströmung“. Durch Fischpaß (und ev. Floßgasse) wird das im Fluß zu belassende Mindest-Wasserquantum ins Unterwasser befördert.  $H$  = Holzabweiser, ein aus mehreren Balken und einer Eisenschiene zusammengeschaubter, etwa 50 cm tiefgehender „Tauchbalken“, begehbar, um im Winter nötigenfalls „Eisabtreiben“ nach der Floßgasse hin unterstützen zu können.  $PP$  = Meßpegel, nach welchem die einlaufende Wassermenge beurteilt werden kann.  $D$  = Drainage des versumpften Geländes oberhalb;  $B$  = Bewässerungszuleitung wehrabwärts; beides kann auch fehlen. Die Ufermauern, auch Streichwände genannt, haben oberstrom schiefe, unterstrom rechtwinklige Böschungsflügel. Unterhalb der letzteren muß die Böschung zurücktreten, damit sich die abstürzenden Wassermassen austosen können, andernfalls teure Unterhaltung. Beim Bau des Werkes München-Süd hat man gefunden, daß die Wirkung auf das Ufer bei  $L$  aufhört, wenn man der Streichwand des Grundablasses einen kleinen Anlauf im Grundriß (etwa  $10^\circ$ ) gibt; es bildet sich dann nach der strichpunktiierten Linie ein Wellenkamm und bei  $L$  ist das Wasser ruhiger.

Über Fischpässe vgl. L. L. „Fischwege“. Eine bewährte Konstruktion ist das System Denil, welches z. B. beim Augst-Wyhlener Wehr angewendet worden ist. Über Floßgassen siehe Köhn, S. 657.

Ein festes Wehr im Querschnitt ist in Fig. 14 dargestellt. Über hohle Wehre siehe S. 69ff.

Fig. 15. Querschnitt durch ein festes Wehr.



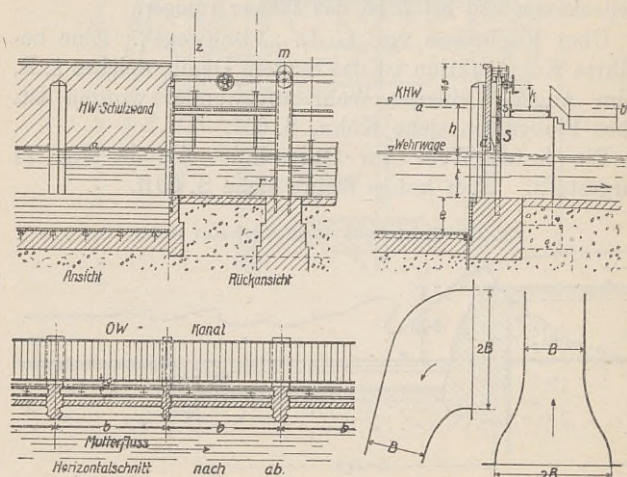
Untergrund gleichfalls grober Diluvialkies, daher eiserne Spundwände. Mauerwerksmaterial: Beton 1:12, Oberfläche und freistehende Rückwand mit Putz versehen. In die Wehrkrone ist ein kräftiger Holzbalken, der Fachbaum, eingelassen. Auf der vorderen Wandfläche  $s$  darf kein Putz sein, damit die Mauerfeuchtigkeit auslaufen kann, andernfalls Zerstörung der Betonoberfläche durch Frost- und Sonnenwirkung. Tiefe des Wasserkissens  $W$  1–2 m<sup>1)</sup>, Länge  $L$  mindestens =  $y + 3h$  (Erfahrungswert). Zwischen den Mauern und dem Sturzbett Trennungsfugen.

Verschiedene Formen des Kanaleinlaufs zeigen die Fig. 16 bis 18.

Die Einlaufschwelle  $E$  muß gegen die Flußsohle erhöht sein. Wo ein Grundablaß vorhanden, legt man den Kanaleinlauf näher; wo keiner, wie bei Anlagen im

<sup>1)</sup> Siehe den § 15 in WA II.

Fig. 16. Einlaufbauwerk (Entnahmeanlage) an einem Oberwasserkanal. M. 1:300.



Hochgebirge häufig, legt man ihn weiter von jenem entfernt an. In Fig. 16 ist ein solches Einlaufbauwerk zum Oberwasserkanal im einzelnen dargestellt. Der Einlauf ist pfeifenkopffählich auf etwa das Doppelte der normalen Kanalbreite  $B$  zu erweitern. Diese Einlaufbreite unterteilt man in einzelne Schützöffnungen der Breite  $b$ , mit der Rücksicht, daß, auch bei maschineller Bedienung, ein Mann zum Bewegen der Fallentafeln ausreicht. In jeder Schützöffnung befindet sich ein geschlossener Schützrahmen  $r$  aus Profileisen, auf dessen Schwelle oder Sohleneisen — gewöhnlich ein umgekehrtes U-Eisen — die Fallentafel  $S$  aufsitzt, dessen Seitenständer als Führung der Schütztafel dienen und dessen oberer, gewöhnlich doppelter Querbalken das Windwerk trägt. Die Höhe der Einlaufschwelle  $e$  ist bei einem geschiefeführenden Fluß hoch genug anzunehmen, hier  $e = 1,20$  m.

Die Schützbohlen und die Pfeiler sind für einen einseitigen Wasserdruck der Höhe  $h + t$  zu dimensionieren. Das Maß  $k$  soll zwischen 0,90 und 1,10 m betragen. Wo, wie hier, die Schütztafel hinter der  $HW$ -Schutzwand liegt, ist für eine Abdichtung  $d$  zu sorgen, um bei geschlossenen Schützen den  $OW$ -Kanal auch wirklich wasserleer zu bekommen.  $m$  Motor.  $z$  Aufzugstangen. Mit dem Bedienungssteg um das Maß  $s$  Abstand halten, damit man zum Schütze zusieht.

Während im eigentlichen Wehr Schützöffnungen gerne groß genommen werden, um dem Hochwasser usw. einen guten Durchgang zu gestatten, haben im Kanaleinlauf kleinere Fallenweiten unter anderem den Vorteil, daß man sich den Schwankungen der Wassermenge besser anpassen kann.

Nach dem Grundablaß hin bildet sich ein Kiestrichter, und zwar „wächst“ z. B. in Fig. 14 der Kies zuerst zu den oberen Fallenöffnungen bei  $EP$  „hinein“. Man führt diese oberen Fallen daher auch geteilt aus.

Anordnung Fig. 17 findet sich bei kleinen Gebirgsflüssen von steilem Gefälle. Der Kanaleinlauf sitzt am oberen Ende der „Geschieberampe“. Fig. 18, die „Dreifallenanlage“, ist bei Gebirgsanlagen mit Stollen eine häufige Form des Kanaleinlaufs. Das Kiesgerinne *K*, welches mit dem Schütz 2 gespült werden kann, wird zuweilen zu einem sog. Geschiebesammler verlängert oder es wird ein vollständiges Klärbecken eingebaut<sup>1)</sup>. Vor dem Stolleneinlauf sitzen Feinrechen und Einlauffallen 3. Bei den Tiroler „Spiegelschleusen“ (Fig. 10) liegt der Kanaleinlauf in der Sohle des Wildbachbettes; ein Wehr und also ein Aufstau sind nicht vorhanden. Das Geschiebe kann vom Wildbach frei weitertransportiert werden.

An sehr großen Strömen tritt an Stelle des Kanaleinlaufes das Turbinenhaus, siehe *T* in Fig. 19, oder dieses bildet selbst einen Teil des Wehres<sup>2)</sup>. Einige der Flutöffnungen *F* sind ständig offen, sobald der Strom Überwasser oder Geschiebe führt. Der Eisabweiser *e* dient auch zum Aufhalten von Schwimmzeug und Schiffen.

<sup>1)</sup> Beispiel für Geschiebesammler: Wehranlage bei Tiefenkaasel. Beispiel mit Klärbecken: WA Burglauenen der Jungfraubahn, Schweiz. Bauzeitung 1909, 15. Mai.

<sup>2)</sup> Z. B. Connecticut-Werk in Massachusetts, Eng. Rec. 27. 3. 1909.

Fig. 17.  
Gekrümmtes festes  
Wehr.

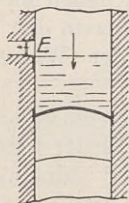
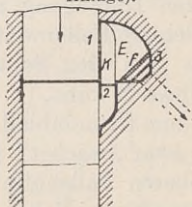


Fig. 18. Wehr mit  
Stolleneinlauf und  
Kiesfang (Dreifallen-  
Anlage).



Bei außerordentlicher Breite  $B$  und Tiefe des Hauptstromes (Fig. 12) ist manchmal, z. B. beim Mississippi, auf ein Wehr durch den Fluß ganz verzichtet, und ein regulierbares Streichwehr vertritt gleichzeitig die Stelle des Kanaleinlaufs.

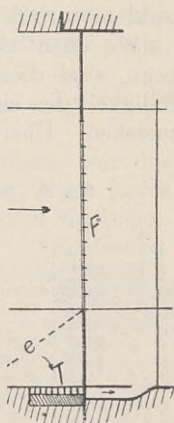
Vom Oberstrom kommendes Eis, Geschiebe usw. müssen entweder über den festen Wehrrücken hinweg transportiert oder durch besondere bewegliche Öffnungen, Schleusen, im Wehr durchgelassen werden. Diese beweglichen Wehrteile heißen auch Wehre im engeren Sinn oder bewegliche Wehre. Als solche kommen für Wasserkraftanlagen in Betracht:

1. der Dammbalkenversatz;
2. das hölzerne Schützenwehr;
3. das eiserne Schützenwehr;
4. das Stoneywehr, und
5. das Walzenwehr.

Die letzten drei können für die größten Spannweiten gebaut werden. Sie finden ihre häufigste Anwendung bei den sog. Kiesschleusen, d. h. solchen, möglichst weit anzuordnenden Wehröffnungen, durch welche das Kiesgeschiebe durchgelassen werden soll. Alle anderen beweglichen Wehre haben sich für Wasserkraftanlagen bisher nicht bewährt. Auch das Pretziener Wehr, ein Schützenwehr mit aufziehbaren eisernen Losständern, hat nach den Erfahrungen bei Untertürkheim sich bei Eisgang als unzureichend erwiesen.

A n m. Sog. automatische oder selbst-

Fig. 19.  
Stromwehr mit angebautem Turbinenhaus.



tätige Wehre sind bei Wasserkraftanlagen nicht von Vorteil. Die Werkbesitzer im Badischen Schwarzwald haben z. B. ihre Patentklappenwehre (siehe L. L. VIII, S. 268) schließlich festgenagelt, weil diese mit der Zeit meistens gerade dann selbsttätig umfielen, wenn sie nicht sollten.

### Das Schützenwehr,

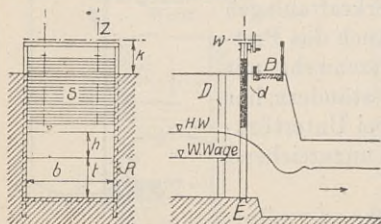
eine bewegliche Tafel, die Schütze  $S$  (vgl. Fig. 20), verschließt die Wehröffnung von der Breite  $b$ ; diese kann je nach Bedarf bis über Hochwasser hinaus freigelegt werden. Die Schütze läuft in eisernen Führungen  $R$ , welche zusammen mit dem Sohleisen  $E$  und den das Windwerk tragenden Zangen  $W$  einen geschlossenen Rahmen bilden müssen. Zum Aufziehen dienen die am besten in schmiedeeiserner Triebstockverzahnung hergestellten Zahnstangen  $Z$  und das Windwerk. Bei letzterem muß, um das Einfressen zu verhüten, das Schneckenrad aus Gußeisen oder Stahlguß, die Schnecke aus Bronze oder Gußeisen bestehen. Der Antrieb muß sowohl motorisch als von Hand geschehen können.

Wo man mit hölzernen Schütztafeln auskommen kann, sind diese wegen der größeren Einfachheit und Billigkeit den eisenarmierten und eisernen Schützen vorzuziehen. Über letztere vgl. L. L. VIII, S. 726. Bei

großen Schütztafeln erreicht die gleitende Reibung einen hohen Betrag; man ordnet dann Rollen an, wobei man bestes Material der Huborgane und starke Hubmotore nötig hat.

Um leichtere Mo-

Fig. 20. Schützenwehr.





tore zu bekommen, baut man die Stoney- und Walzenwehre (s. d.), und die Segmentwehre<sup>1)</sup>. In neuester Zeit kehrt man wieder zu den Eisenschützen mit festen Rollen zurück, z. B. Laufenburg a. Rhein mit Öffnungen von 17,3 m Weite und 15 m Höhe.

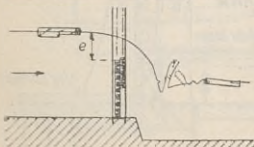
Zu jedem Schützenwehr gehören weiter die Damm-balkenschlitze *D* in Mauerwerk, um Reparaturen jederzeit vornehmen zu können, und der Bedienungssteg *B*, welcher am besten Holzbelag erhält, weil sich darauf kein Glatteis bilden kann. Das Maß *d* soll 20—30 cm betragen, damit man zum Schützen zusieht und etwa abtropfendes Schmieröl ins Wasser fällt.

Wo Eis und Schwimmzeug durch die Schützöffnung durchgelassen werden sollen, ordnet man, wie für die Flöße bei Floßgassen, versenkbare Schützfallen an. Fig. 21 zeigt eine versenkbare Schütztafel in Verbindung mit einem Aufzugschütz (Doppelfalle); *e* für Eisfallen nicht zu knapp, mindestens 1½ m. Bei Flüssen mit Eisgefahr und Treibzeug ist die Anordnung eines zweiten, abnehmbaren Bedienungsstegs oberstrom der Schütztafel nötig.

### Das Stoneywehr.

Aus einer deutschen Idee<sup>2)</sup> entsprungen, war das Stoneywehr früher englisches Patent und kann heute schon auf eine Erfahrung von mehr als einem Menschen-

Fig. 21. Doppelfallen.



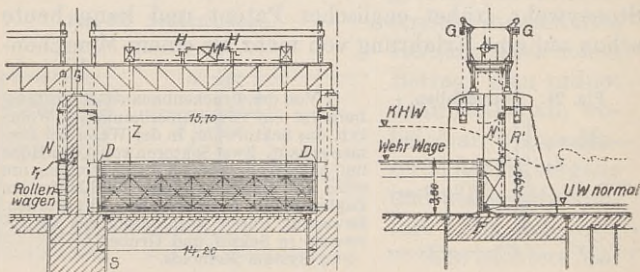
<sup>1)</sup> Von der Brückenbauanstalt Gustavsburg ist ein neuer amerikanischer Wehrtyp, das Sektorwehr, in der Weser bei Bremen erbaut. Zwei Sektoren von 4,6 m Höhe und 54 m Weite können durch Drehung um einen auf die ganze Länge durchlaufenden Zapfen in die Flußsohle versenkt werden. Bewegung durch Regulierung des Druckwassers in Sektor und Grube.

<sup>2)</sup> System Reynolds.

alter zurückblicken. Die Besonderheit besteht darin, daß (siehe Fig. 22—25), um rein rollende Reibung zu erlangen, mittels der Rollen  $r_1$ ,  $r_2$  und  $r_3$  bifilar in Mauernischen  $N$  aufgehängte Rollenwagen  $R$  angeordnet sind, gegen welche der Schütz mit beweglichen Auflagerplatten  $A$  vom Wasser angedrückt wird ( $B$  Gelenkbolzen aus Stahl,  $M$  gehobelte Widerlagplatten an der Mauer fest). Die Dichtung besorgt ein gehobelter Gußeisenstab  $D$ , der vom Wasserdruck zwischen Dichtungsleisten eingepreßt wird. Beim Aufziehen macht der Rollenwagen den halben Weg des Schützens, gelangt also höchstens bis in die Lage  $R'$ . Deshalb sind besondere Vorkehrungen notwendig, um den Wagen gegen die Angriffe des durchströmenden Wassers zu schützen [Anlauf  $\alpha = 10 - 15^\circ$  genügt bei kleinen Ausführungen, um den Wellenkamm  $ww$  hervorzurufen, bei größeren Ausführungen verwendete Zschokke mit Erfolg besondere gußeiserne Abweisleisten].  $F$  erhöhte Fußplatte aus Gußstahl, damit infolge der beim Schließen eintretenden kräftigen Spülwirkung die Sitzfläche des Schützens immer rein bleibt.

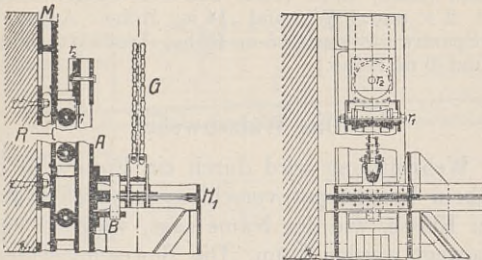
$M$  Motor-,  $H$  Handkurbelantrieb.  $Z$  Zugketten; bei mehreren Stoneyschützen nebeneinander gibt man einem

Fig. 22. Stoneyswehr. (Nach einem Projekt des Verfassers.)



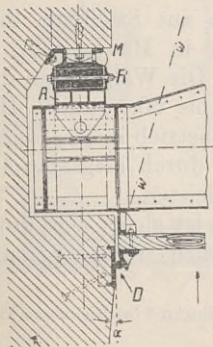
oder zwei Schützen Zugstangen, um die Schützen herunterdrücken zu können. Diese Zugketten können auch in die Mauernischen gelegt werden (Fig. 23). Rolle  $r_2$  ist an der Platte  $A$ , also am Schütz fest.  $B$  Gelenkbolzen aus Stahl,

Fig. 23. Aufhängung des Rollenwagens.



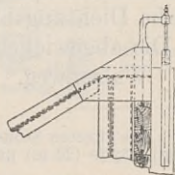
welcher den oberen Horizontalträger  $H_1$  mit der Platte  $A$  verbindet (beweglich, damit sich der in der Horizontalen durchbiegende Schütz und die Rollen nicht ecken).  $R$  Rollenwagen.  $M$  gehobelte Mauerplatte mit Löchern zum Anziehen der Bolzenmutter.  $G$  Gegengewichtkette. Die Gegengewichte

Fig. 24. Horizontalschnitt zu Figur 22.



kann man über Differentialrollen führen, um ihren Weg zu verkleinern. Fig. 24. Draufsicht auf Rollenwagen  $R$ , Mauerplatte  $M$  und bewegliche Platte  $A$ . Der Wasserdruck drückt den zylind-

Fig. 25.  
Aufhängung des Dichtungsstabes.



drischen Dichtungsstab  $D$  (Gußeisen) auf die gehobelten Dichtungsflächen auf; Berührung nur nach zwei Mantellinien des Zylinders, daher sehr gute Dichtung und beim Aufziehen des Schützen Reibung an  $D$  Null. Fig. 25. Aufhängung des Dichtungsstabes.

Bemerkenswerte Ausführungen auf dem Kontinent<sup>1)</sup>:

Beznau (Aare) 15 m Weite und 6 m Höhe, Tiefenkastral (Albula)  $2 \times 8$  m. l. W. und 14 m Höhe, Augst (Rhein) 18,7 m Spannweite und 9,5 m Höhe, Trollhättanwerk 17 m Weite und 9 m Höhe.

### Das Walzenwehr.

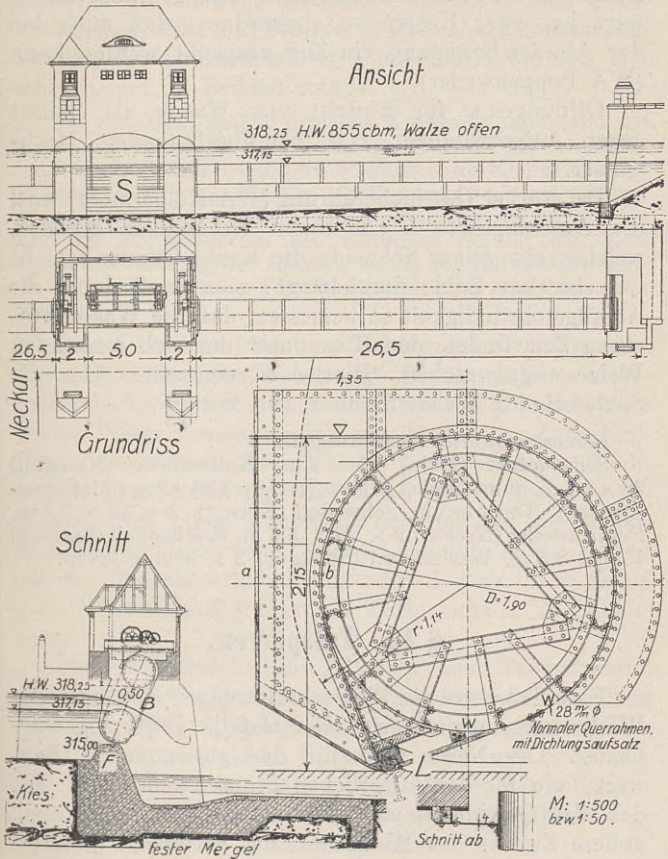
Die Wehröffnung wird durch ein Eisenwehr mit zylindrischem Tragkörper verschlossen, welcher auf einer schiefen Ebene, wie der Name sagt, wälzend auf- oder niederbewegt werden kann. Die Bewegungswiderstände sind dabei gering. Das Walzenwehr ist bis jetzt bis zu 35 m Breite ausgeführt.

Die Fig. 26 zeigt die 1910 erbaute Anlage zu Tübingen. Zwei Öffnungen von 26,5 m Weite ( $S$  ist ein hölzerner Doppelschütz) sind durch zwei 1,5 m hohe Staukörper verschlossen, deren tragenden Kern ein Kreiszyylinder aus 9 mm Eisenblech von 1,90 m  $\varnothing$  bildet. Auf den Enden des Zylinders sitzen Zahnkränze aus Stahlguß, die in ebensolche Zahnstangen auf der in Mauernischen befestigten Laufbahn  $B$  eingreifen. Die Walze kann durch einen 6-PS-Motor in 5 Minuten bis 50 cm über Hochwasser gehoben werden, bei Handbetrieb in  $3\frac{3}{4}$  Stunden. Die Seitendichtung wird besorgt durch biegsame 4 mm starke Dichtungsbleche mit Holzleisten.

Die abgewickelte Kettenlänge ist gleich dem doppelten Walzenweg. Verwendet wird eine sogenannte

<sup>1)</sup> Die ältesten Stoneywehre wurden in England bei Richmond Thames (21 m), Clyde (26 m) und Norwich gebaut.

Fig. 26. Walzenwehranlage bei Tübingen, 1910 erbaut von der Brückenbauanstalt Gustavsburg.



„Nürnberger Patentkette“, die so dimensioniert ist, daß ein Bolzen die ganze Last zu tragen vermag. Empfehlenswert ist, zwei Ketten so anzuordnen, daß auch bei der Abwärtsbewegung ein Zug ausgeübt werden kann (WA Poppenweiler).

Öffnungen  $w$  für Eintritt von Wasser als Ballast gegen Aufschwimmen, z. B. bei überflutendem Hochwasser.

Bei starker Geschiebeführung (WA Kolbermoor) wird die Anschlagleiste  $L$  aus einem Winkeleisen gebildet, welches mit seiner Schneide die Kiesel beiseite schiebt und bis zur Sohle durchdringt; man muß dabei die Abfließgeschwindigkeit so bemessen, daß die Wasserströmung Zeit findet, den Kies unter der sich senkenden Walze wegzuwaschen. Hierbei ist eine etwas über die Sohle erhöhte Wehrschwelle  $F$  von Vorteil.

Bemerkenswerte Ausführungen:

Schweinfurt (Main)  $35 \times 2$  m, Kolbermoor (Mangfall)  $30 \times 1,7$  m, Saint-Michel in Savoyen (Arc)  $30 \times 3$  m (mit Gegengewicht), Dejefors in Schweden (Klarelf)  $2 \times 32 \times 3,5$  m, Poppenweiler (Neckar)  $2 \times 28 \times 3,6$  m, Reichenhall (Saalach)  $13,6 \times 8,5$  m, Washington (Spokane)  $2 \times 30,5 \times 5,8$  m.

## § 13. Talsperren.

Eine Talsperre für Wasserkraftanlagen soll entweder Werkwasser aufspeichern oder Gefälle gewinnen, oder beides. Der Name wird für das abdämmende Bauwerk, wie für den künstlichen Stausee gebraucht. Mit der Kraftgewinnung aus Talsperren lassen sich auch andere Zwecke der Wassernutzung verbinden (Wasserversorgung, Landesmelioration, Unterstützung der Flußschifffahrt). Die größte Höhe hat 70 m überschritten.

Hinsichtlich der Kraftkonstituenten besteht der wesentliche Unterschied zwischen Talsperren mit stark variablem Gefälle und Talsperren mit nahezu konstantem Gefälle; der Unterschied tritt namentlich bei den Maschinen und im Betrieb zutage.

Bei variablem Gefälle liegt das Krafthaus annähernd auf gleicher Höhe wie die Sperre und die PS-Differenz bei vollem und leerem Becken ist oft ein Vielfaches der Kleinstleistung. Beispiel: WA Prangschin Fig. 35; H normal 14,5 und minimal 10 m, also Differenz 45%! Ein Beispiel für die andere Art sind die Murgtalsperren des badischen Staats; die 35 m Spiegelschwankung der Sperren treten gegenüber dem mehr als 320 m betragenden Druckgefälle bis zum Krafthaus ganz zurück.

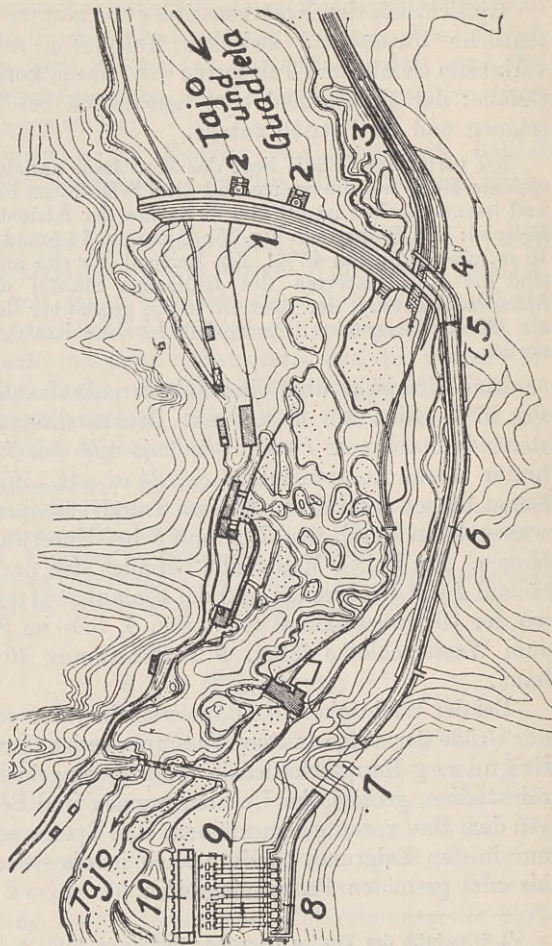
Eine Übersicht über eine Talsperrenkraftanlage gibt Fig. 27<sup>1)</sup>. Eine aus Beton mit Bruchsteinvorsatz bestehende Staumauer 1 staut den Tajo und Guadiela kurz hinter ihrem Zusammenfluß ca. 24 m auf. Zum Entleeren dienen zwei Grundablässe 2 und etwaiges Hochwasser kann durch den Überlauf 3 ins Unterwasser gelangen. Am linken Mauerende befindet sich der Kanaleinlauf 4 mit Grobrechen und die Einlaufschützen 5, von wo der Oberwasserkanal teils offen 5, teils im Stollen 6 zum Wasserschloß 8 führt. 9 Turbinenhaus, 10 Schalt haus.

Bei der Wichtigkeit des Bauwerks einer Talsperre und der Größe der aufgestauten Wassermasse ist eine sichere Gründung Haupterfordernis, weshalb eingehende Terrainstudien, geologische Untersuchungen und Schürfun gen dem Bau vorausgehen müssen. Die Sperre soll nicht nur in den Talgrund, sondern auch in die Seitenhänge bis zum gesunden Felsen eingreifen.

<sup>1)</sup> Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1910, S. 1381. Als Sonderabdruck erschienen.

Fig. 27. Talsperrenkraftanlage am Salto de Bolarque (erbaut von Briegleb, Hansen & Co. und Siemens-Schuckert).  $Q = 100$   $H_{\text{netto}} = 2975$  km Fernleitung 50 000 Volt.

1 Staumauer, 2 Grundablässe, 3 Überlauf, 4 Rechen, 5 Einlaufschützen, 6 Oberwasserkanal, 7 Stollen, 8 Wasserschloß, 9 Turbinenhaus, 10 Schaltheus.





Der Bauherr darf sich hier nicht mit Gutachten allein begnügen, sondern muß den projektierenden Ingenieuren und Geologen ihre verantwortungsvolle Aufgabe durch die ausgiebigsten Bohrungen, Schürfgruben, Probeschächte, Beobachtung des Grundwasserstands usw. möglichst erleichtern.

Der nutzbare Inhalt heißt Staumraum. Dieser wird um so größer, je länger der Zeitraum ist, für den aufgespeichert werden soll. Man unterscheidet Staumauern und Staudämme.

Das Baumaterial der Staumauern ist Bruchsteinmauerwerk oder, seit neuestem wieder, Beton (z. B. Crystal Springs); im letztern Fall braucht man bedeutende Arbeitsgerüste, hat dafür aber bei einigermaßen sorgfältiger Herstellung einen homogenen Monolith. Zum Mauerwerk sind nichtverwitternde Steine zu verwenden; ein Hauptaugenmerk ist auf den Mörtel zu richten, auf dessen Festigkeit alles ankommt (denn sie ist ja bedeutend geringer wie die der Steine). Auf dem V. internationalen Schiffahrtskongreß zu Paris 1892 wurde 12 kg/qcm als höchste zulässige Randspannung bei Talsperrenmauern festgesetzt. Traßzusatz ist wegen seiner Elastizität zu empfehlen. Neuerdings werden in Amerika hohle Talsperren in Eisenbeton gebaut, nach dem System der Ambursen hydraulic construction company, Boston U. S.<sup>1)</sup> Gute Druckverteilung, niedrige Sohlenpressungen, bequeme Zugänglichkeit aller Bauteile, günstige Aufnahme des Eisschubes, Ersparnis an Material und Bauzeit sind die Vorzüge, welche man diesen Sperrmauern mit Recht nachrühmt. Die Fig. 28a—c zeigen die Querschnitte solcher Hohlsperren, deren Ausführung in Amerika 20 m Höhe bereits über-

<sup>1)</sup> Siehe Handbuch für Eisenbetonbau von Emperger, 2. Aufl., IV. Bd., S. 199.

Fig. 28 a—c. Amerikanische „Hohldämme“ aus Eisenbeton.

Aus der 2. Auflage des Emperschen Handbuchs für Eisenbetonbau (1910), 4. Bd., 4. Kap., S. 196 ff.,  
 Willh. Ernst & Sohn, Berlin.

Fig. 28 a. Hohldämme mit geführter Übersturzwelle und Sohlplatte.

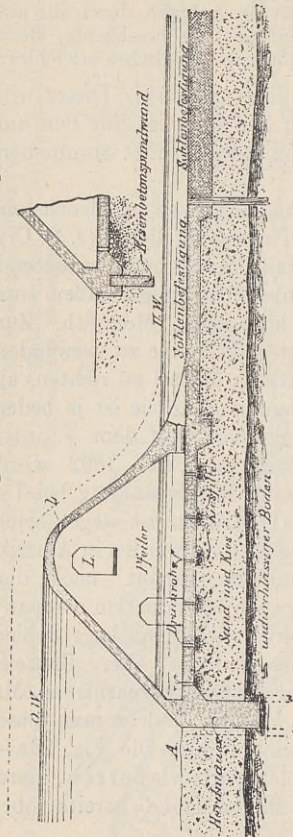


Fig. 28 b.

Anordnung mit freiem Übersturz.

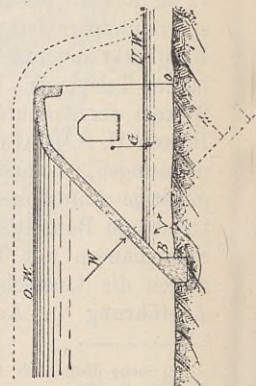
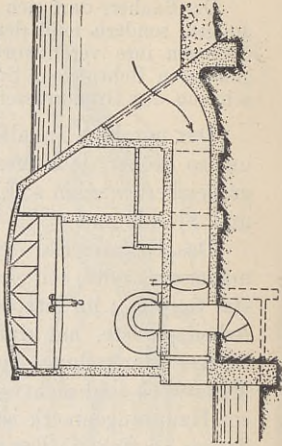


Fig. 28 c. An den H. angebautes Turbinenhaus.





wie Fig. 29, im andern Fall wie Fig. 30. Die Bogenform im Grundriß läßt man (als Reserve) am besten außer Berechnung.

Liegt eine beliebige Fuge  $m n$  um  $h$  m unter dem höchsten Stauspiegel und ist ihre Breite  $a$ , ist ferner  $\gamma$  das spez. Gewicht des Wassers,  $s$  das des Mauerwerks, so findet sich rasch die Mindestgröße des Werts  $a$  aus der Beziehung pro m Sperrbreite, bei lotrechter Wasserwand:

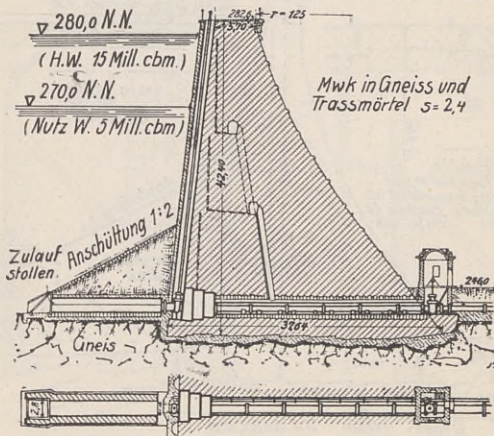
Kippmoment durch Wasserdruck = Eigenlastmoment, und das Mindestverhältnis wird

$$(5) \quad a : h = \sqrt{\gamma} : \sqrt{s}.$$

In praxi geht man mit der Abmessung von  $a$  zur Sicherheit über diesen Wert hinaus.

Bei den Hohlsperren dreht der Wasserdruck um den Punkt  $O$  (Fig. 28b) im gleichen Sinn wie das Eigengewicht und Steigen des Stauwassers erhöht den Druck bei  $B$ . Also gerade umgekehrt wie bei massiven Sperren!

Fig. 31. Querschnitt der Markklissa-Sperre.



Auf der Wasserseite gibt man den Mauern eine Dichtung aus Asphalt- oder Teerpräparaten, die man mit einer Schirmmauer vor den Einwirkungen von Frost und Sonnenbestrahlung schützt (siehe Fig. 30—33); dahinter legt man ein Drainagensystem (z. B. Figur 31), um den hauptsächlich tragenden Teil der Mauer trocken zu halten.

Heutzutage werden dieschon den Alten bekannten, in neuerer Zeit etwas in Mißkredit geratenen Sta u d ä m m e von den Talsperrenerbauern wieder als vollwertig angesehen. Beispiel: die New-Croton-Sperre bei New York; der Stanislausdamm bei Camp Relief in Kalifornien (50 m hoch).

Ziegler hat in seinem Buch „Der Talsperrenbau“ die Bedingungen dargelegt, unter welchen die Erstellung eines Dammes an

Fig. 32. Schirmmauer der Marklissa-Sperre.

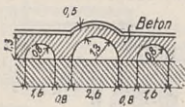


Fig. 33. Verkleidung der Komotau-Sperre.

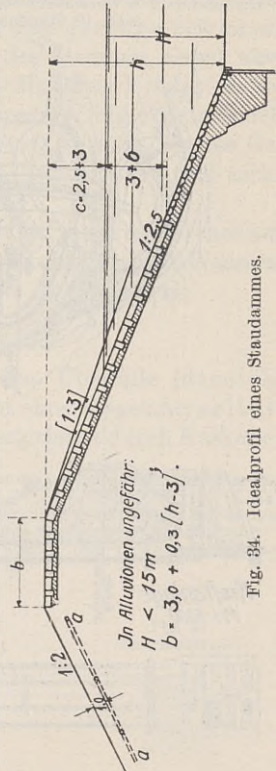
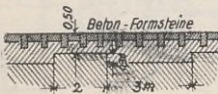


Fig. 34. Idealprofil eines Staudammes.

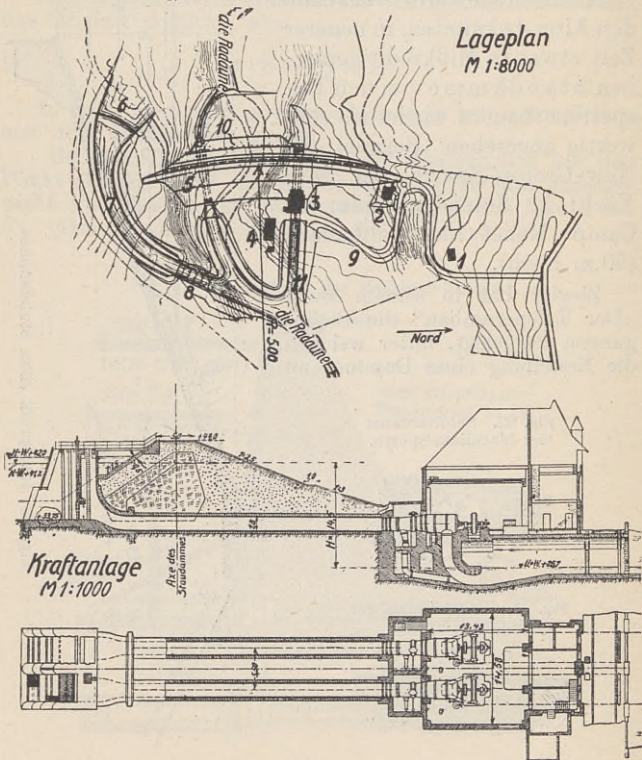
Stelle einer Mauer geboten erscheint, worauf hier verwiesen sei.

Die Fig. 34 zeigt die normale Querschnittsform eines Dammes mit „Dichtungspflaster“ auf der Wasserseite,

Fig. 35. Talsperre und Kraftwerk Prangschin (Kreis Danziger Höhe).

Erläuterungen:

- 1 Bureau, 2 Wohnhaus, 3 Maschinenhaus, 4 Maschinenmeisterhaus, 5 Grundabbau, 6 Überfallschwelle, 7 Umflutkanal, 8 Kaskade, 9 Zufuhrweg, 10 Staudamm, 11 Unterwasserkanal.



zugleich Frostschutz, und einer Regenwasserdrainage auf der Luftseite. Das Maß  $c$  muß groß sein, viele Dammbüche sind auf Überflutung der Wellen zurückzuführen. Bei vorzüglichem Erdmaterial (Zusammensetzung 1 T. Ton auf  $1\frac{1}{2}$  bis  $2\frac{1}{2}$  T. Sand) braucht man keinen Dichtungskern, der sonst stets notwendig wird (siehe Fig. 35). Die Amerikaner halten für notwendig, daß der Dichtungskern eine geringe Stärke erhält, um etwaige Bewegungen des Dammes besser auszuhalten; sie verwenden dazu Mauerwerk oder Beton (mit „Stahlherz“<sup>1)</sup>). Geschiebesperren, Fig. 36, sind nach den Erfahrungen am See Alleghe<sup>2)</sup> unnötig, da das Geschiebe an den Einmündungen liegen bleibt und nicht in den See vordringt.

Die Betriebseinrichtungen einer Talsperre bestehen aus

1. Bauteilen zum Abwerfen überschüssigen Wassers;
2. solchen zur Entnahme des Kraftwassers;
3. Verkehrsstraßen, und
4. Kontrolleinrichtungen.

Für den ersten Zweck dienen Überfälle (Streichwehre) und, bei Sperrenanlagen ohne Eisgefahr, selbstwirkende Heber<sup>3)</sup>; das Wasser gelangt durch Kaskaden

<sup>1)</sup> Über „hydraulische Auffüllung“ amerikanischer Dämme siehe Emperger a. a. O. S. 244.

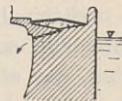
<sup>2)</sup> Mitgeteilt von Ingenieur Innerebner, Innsbruck. Gegen Auflandung durch Verschlämmung jedoch hilft nur mechanische Ausräumung.

<sup>3)</sup> Bekannte Systeme von Heyn, Stettin und Gregotti, Mortara (Pavia). Vgl. auch die Figur 50 auf S. 89.

Fig. 36. Geschiebesperren.



Fig. 37. Sperrenstraße.



(mit Tosbecken, siehe WA II, § 15) in den Unterlauf des Flusses. Die Entnahme des Kraftwassers erfolgt entweder wie in Fig. 27 und 35, oder mittels Heber oder, bei großen Spiegelschwankungen, mittels Entnahmetürme, die in verschiedenen Etagen Einlauföffnungen mit davor befindlichen Rechen besitzen. Die Unterteilung in Etagen ist notwendig wegen der wichtigen Rechenreinigung, die am besten von Hand erfolgt. Gewöhnlich führt über die Krone der Talsperre eine Straße, die den Verkehr von einem Ufer des Stausees zum andern ermöglicht (Fig. 37). Zur Kontrolle etwaiger Bewegungen des Sperrenkörpers sind über diesen Fixpunkte verteilt, welche von einem Ufer aus mittels Fernrohrvisur nachgesehen werden können. Ein Wärterhaus mit Telephon und Alarmvorrichtung, ein selbstschreibender Pegel mit Fernmeldevorrichtung des steigenden oder fallenden Wasserstandes und ein Schiff zur Untersuchung der Wasserseite gehören weiter zu dem unumgänglich Notwendigen, welches eine Talsperre für Wasserkraftanlagen besitzen muß.

## § 14. Die Wasserfernleitung.

Zur Fortleitung des Kraftwassers dienen die Werkgerinne. Wie im zweiten Kapitel (§ 9) ausgeführt ist, gehört die Wasserfernleitung nicht zu den unumgänglichen Bestandteilen einer Wasserkraftanlage, sie ist aber, als notwendiges Übel, meistens vorhanden, weil reine Wasserfallanlagen selten sind. In den meisten Fällen muß das Wasser von der Entnahmestelle aus erst viele Kilometer forttransportiert werden, ehe es die Stelle seiner Ausnützung, die Kraftstation, erreicht.



Diesen Zwischentransport läßt man das Wasser selbst besorgen, indem man es in jenen Gerinnen zum Fließen bringt. Fließen vollzieht sich bekanntlich niemals ohne Energieaufwand, oder was dasselbe besagt, der Wasser-schloßspiegel an der Kraftstation muß, damit das Wasser sich vorwärts bewegt, tiefer gelegt werden als der Wasser-spiegel an der Entnahme, und ebenso muß der Spiegel an der Rückgabestelle tiefer liegen als das Unterwasser der Kraftstation. Diese beiden Höhenunterschiede zusammen nennt man das Rinngefälle  $H_r$  der Wasserfernleitung. Das Produkt

$$H_r \cdot Q,$$

wenn  $Q$  die Kraftwassermenge bedeutet, stellt die notwendige Ausgabe an Energie dar, welche zur Transportierung des Werkwassers dauernd aufgewendet werden muß und an der Gesamtleistung der Anlage verloren geht.

Der Grundsatz der Wirtschaftlichkeit verlangt, daß dieser Verlust, das Rinngefälle, im richtigen Verhältnis stehe zum Wert der gewinnbaren PS. Je weiter und glatter man die Gerinne macht, um so kleiner wird der Gefällsverlust, um so mehr aber wachsen auch die Baukosten.

Die üblichen Spiegelgefälle an Werkgerinnen bewegen sich etwa zwischen 0,1 und 2<sup>0</sup>/<sub>00</sub>; kleine Wassermengen brauchen mehr, große weniger Gefälle. Von verschiedenen, für eine bestimmte Wasserführung möglichen Querprofilen des Gerinnes existiert stets eines, welches bei gleichem Querschnitt  $F$  den kleinsten benetzten Umfang  $p$  aufweist. Soweit es die Rücksicht auf Eis- und Algengefahr, sowie auf besondere örtliche Verhältnisse gestatten, wird man sich diesem „relativ günstigsten Kanalprofil“ möglichst annähern. Besonders wichtig

aber für die Wasserführung ist stets der Grundsatz, überall sanfte, allmähliche Übergänge anzuwenden und sogenannte Profilsprünge zu vermeiden. Selbstverständlich müssen die Werkgerinne auch dicht sein.

Fig. 38. Relativ günstigstes Kanalprofil.

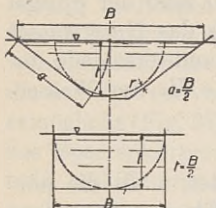


Fig. 38. Relativ günstigstes Kanalprofil. Der Kreis aus der Spiegelmitte berührt die Gerinnewandungen. Wegen Verschlammung gibt man eine Reserve  $r$  zu.

Die Werkgerinne können offen oder geschlossen sein: im ersteren Fall heißen sie Kanäle, im letzteren Stollen oder Kanaltunnel; die Rohrleitungen sind gleichfalls zu den geschlossenen Werkgerinnen zu rechnen.

Am billigsten sind die offenen, unbefestigten Gerinne. Die Rücksicht auf entgegenstehende Bodenerhebungen oder beschränkten Raum, wie z. B. in einer Ortschaft, zwingt aber oft zur geschlossenen Form, und die Rücksicht auf Dichtheit zur Anwendung von Befestigung.

Rinngefälle. [Wenn an einer Anlage die Größe von  $Q$  wechselt, was die Regel ist, so wechselt auch das Rinngefälle. Eine große Wassermenge braucht in demselben Gerinne ein größeres Gefälle als eine kleine. Da der Entnahmespiegel gewöhnlich, schon wegen der gesetzlichen Vorschrift, auf konstanter Höhe gehalten werden muß, so ergibt sich hieraus die auf den ersten Anblick verwunderliche Tatsache, daß der Spiegel oberhalb der Kraftstation bei Kleinwasser höher steht als bei Normalwasser.

### Offene Kanäle.

Offene Kanäle haben im Querschnitt gewöhnlich Trapezform, wobei die Neigung der Böschungen sich nach der Standfähigkeit des Materials richtet. Bei undurch-

lässigem Erdmaterial kann man die unter Wasser liegenden Böschungen mit flacher Neigung ohne Befestigung lassen, wenn diese (z. B. selbst für den groben oberbayrischen Diluvialkies unter Wasser erst mit  $\cotang \varphi = 2$ ) sich als standfähig erweisen (Fig. 39). Das Profil von der Gesamttiefe  $T$  muß über den Normalwasserspiegel noch eine ausreichende Übertiefe  $\ddot{u}$  besitzen, um infolge des bei plötzlichen Entlastungen der Kraftstation eintretenden Rückstauwassers nicht überzulaufen und auch die Kleinstwassermenge, die, je länger der Obergraben, einen um so höheren Spiegelstand kanalabwärts hervorruft<sup>1)</sup>, ohne Verlust zu transportieren. Die Profilgestaltung der UW-Kanäle (Fig. 40) hängt wesentlich von der Höhenlage der Flußsohle am Auslauf ab, wodurch  $t$  festgelegt ist. Es gilt hier also in erster Linie  $s$  zu bestimmen. Wegen der Nähe des Flusses müssen gewöhnlich Hochwasserdämme aufgeführt werden.

Als Normalgeschwindigkeit läßt man in Erdkanälen des schon genannten Materials bis zu 1,20 m zu, wobei dann allerdings in Krümmungen, an Brücken usw. die Wandungen befestigt werden müssen.

Denn in Krümmungen z. B. nähern sich die Isotachen des Querschnitts auf der Stromstrichseite der Gerinnewandung

<sup>1)</sup> Siehe Fig. 19 in § 7 der WA II.

Fig. 39. Dimensionierung von Erdkanälen.

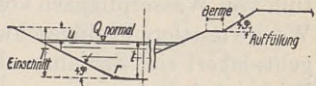
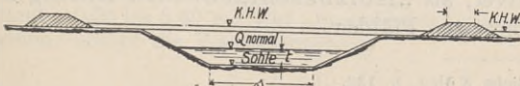


Fig. 40. Querprofil eines Unterwasser-Kanals.



so sehr, daß die Geschwindigkeit an der Wandung den Dubuatschen Grenzwert<sup>1)</sup> (Transportiergeschwindigkeit) übersteigt (Kies wird fortbewegt, je nach Größe, bei einer „Wandungsgeschwindigkeit“ von 0,61 bis 0,91 m. Sand bereits bei 0,31 m).

Unter 0,4 m soll auch bei Kleinwasser die Geschwindigkeit niemals sinken, weil sonst die feinen Suspensionen des Wassers sich absetzen und das massenhafte Wachstum von Wasserpflanzen kostspielige Reinigung erfordert. Wo die mittlere Profilvergeschwindigkeit unter 25 cm herabgeht, lagert sich Schlamm ab, was für Klärbecken von Wichtigkeit ist.

Man hat erkannt, daß in offenen Gerinnen Eis- wie Algengefahr sich bedeutend vermindert, sobald die Wassertiefe 2 bis 2½ m beträgt. Dem Algenwachstum kann man auch durch Abdecken des Gerinnes begegnen (WA Jajce).

Bei durchlässigem Boden wendet man zur Dichtung entweder einen Lettenschlag an, den man aber zum Schutz gegen Aufweichen etwa 30 cm mit Kies oder Sand bedecken muß. Oder man bringt ein 15 bis 20 cm starkes Pflaster aus Beton und Reibeputz auf die Böschungen auf, die man nunmehr steiler halten kann, auch spart man etwa 30 bis 40% an Querschnittsfläche gegenüber einem Erdprofil. Bei einigermaßen schlammhaltigem Wasser genügt es meist, wie in Fig. 44, die Sohle ohne Betonierung zu lassen, oder, bei ganz betoniertem Profil, nur die Wände zu putzen. Wo der Grunderwerb teuer ist, wählt man annähernd rechteckiges Profil mit Ausbildung der Seiten als Ufermauern in Beton, oder primitiver, als „Holzbeschlächt“ mit Dielung hinter eingerammten Pfählen.

<sup>1)</sup> Siehe Köhn, S. 132.

Fig. 40l. Einfachster Fall: Ufermauer in standfähigem, dichtem Grund. Kein Wasserdruck von unten gegen die Sohle. Wandneigung etwa  $= \frac{1}{10} \cdot d$ . Fuge mit Dichtungsleisten und Asphalt.

Fig. 40r. Ufermauer in der Auffüllung,  $1/m$  von  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{5}$ . Etwas Wasserdruck von unten gegen die Sohle. Dichtungsfuge mittels Bankett begehbar, wenn Kanalwasser auf II abgesenkt.

Fig. 41. Ausführung ähnlich wie bei den Trockendocks, vgl. Brennecke 3. Aufl., S. 229.  $ab$  entweder als

„Sohlenschlitz“ künstlich hergestellt (mit Nachdichtung!) oder Rissebildung sich selbst überlassen und nachträglich gedichtet. Die Rissebildung tritt zuweilen auch nicht ein, wenn nämlich

der Wasserdruck im Untergrund (fester feiner Kies von hoher Adhäsion usw.) klein bleibt. So wurde z. B. das rechteckige Betonprofil des Trostberger Längskanales ausgeführt.

Fig. 43. In holzreicher Gegend, um an Grundfläche bzw. Grunderwerb zu sparen. Wird, besonders außer Bereich des Grundwassers, im allgemeinen billiger und besser durch Betonierung der Seitenböschungen ersetzt.  $t$  gewöhnlich 0,90 bis 1,30 m. Bordrand  $u$  0,20 bis 0,40 m. Ein „Streichbrett“  $s$  in Wasserspiegelhöhe erhöht die Wasserförderung.

Fig. 41. Kanalprofil mit Ufermauern.

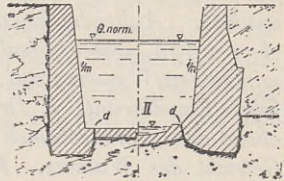


Fig. 42. Betonkanal in standfähigem Kies.

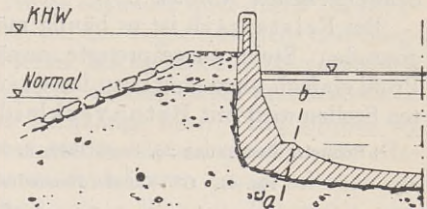
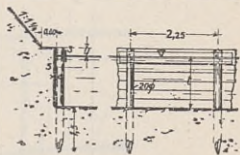


Fig. 43. Holzbeschlächt.



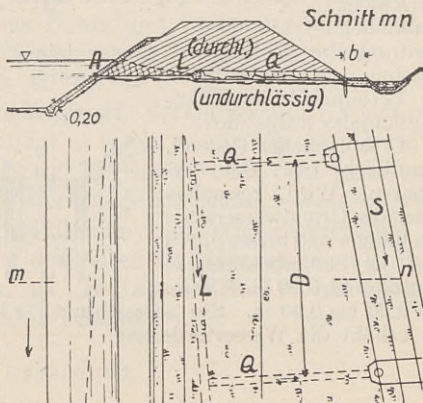
## Daten für die Berechnung.

Spezifisches Gewicht des Betons im Mittel  $s = 2,3$ . Eisenbeton  $s = 2,4$ . Reibungswinkel zwischen Mauerrückfläche und Hinterfüllung  $\delta = 1/2$  des natürlichen Böschungswinkels. Auftrieb gegen Betonsohlen nach Brennecke  $A = \alpha \beta \gamma h$ , wobei bedeuten:  $h$  Tiefe der Sohle unter dem wirksamen Wasserspiegel,  $\alpha$  Druckhöhenverminderung infolge Kapillarität,  $\beta$  Druckflächenverkleinerung entsprechend dem Porenvolumen des Untergrundes,  $\gamma$  spezifisches Gewicht des Wassers. Für Eisenbetonbauten sind Vorschriften gegeben in den vorläufigen Leitsätzen vom 30. April 1909, Verlag Deutsche Bauzeitung Berlin, und in den Schweizerischen Normen<sup>1)</sup>.

Bei Felsterrain ist es häufig möglich, das aus dem gesunden Stein ausgesprengte annähernd rechteckige Profil einfach ungeschützt zu lassen, und nur an schlechten Stellen wird mit Betonverkleidung nachgeholfen.

<sup>1)</sup> Schweiz. Bauzeitung 25. Sept. 1909, S. 185ff.

Fig. 44. OW-Kanal. Dammdrainierung.



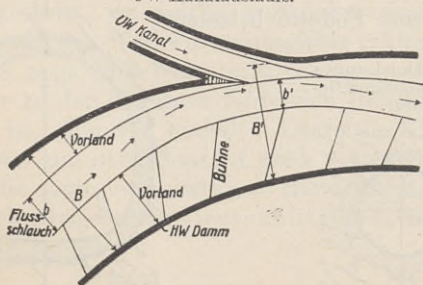
Hohe Dämme sind, wie Fig. 44 zeigt, längs ( $L$ ) und quer ( $Q$ ) zu drainieren, wobei die Sickergräben  $S$  um das Maß  $b = \text{etwa } 1/2 \text{ bis } 1 \text{ m}$  vom Dammfuß wegbleiben müssen. Der Abstand  $D$  richtet sich nach der Sickerwassermenge und beträgt etwa 10 bis 40 m.

Der Kanalauslauf soll möglichst tangential an der Stromstrichseite (Konkave!) in den Mutterfluß einmünden (Fig. 45), wobei  $b', B' < b, B$ , um Verkiesung hintanzuhalten. Die Tiefe  $t$ , Fig. 40, hat der Flußtiefe am Auslauf zu entsprechen.

### Stollen.

Die Führung des Werkgerinnes im Stollen kommt vor im Gebirge, wo die Trasse entweder quer durch ein Bergmassiv schneidet oder, um die wegen Lawinen- und Berg-rutschgefahr gefährlichen Hangkanäle zu vermeiden (Werkanlage Bakersfield), entlang einem und demselben Tale im Innern der Berghänge führt. Ein Stollen ist bedeutend teurer herzustellen als ein gleichgroßer offener Kanal und darum findet man jenen seltener im Hügel- und Flachland, wo z. B. enge Bebauung und hohe Bodenpreise die Veranlassung sein können. Man

Fig. 45. Grundrißanordnung eines UW-Kanalauslaufs.



unterscheidet die vollaufenden Druckstollen von den Freispiegelstollen, in welchen über dem Wasserspiegel Raum zum Durchstreichen der Luft oder zum Begehen bleibt. Bei ersteren muß man, wenn man sie nicht in der Fließrichtung ansteigen läßt, unterwegs Luftschächte anbringen. Wichtig ist eine gute Entwässerung in der Längsrichtung der Stollen, damit keine schädliche Wasseransammlung in dem umgebenden Gebirge entstehen kann.

Während bei gesundem Fels der Stollen unausgemauert bleiben kann, müssen verwitterbare oder durchlässige Gebirgsschichten einen Schutz bekommen, den man gewöhnlich aus Beton herstellt. Druckstollen werden meistens mit Beton, besser mit Eisenbeton ausgekleidet (z. B. beim Rhein-Glattwerk, 2 Atm. Druck), wobei entweder innen bester Zementglattputz aufgebracht oder eine Dichtung aus Eisenblech eingelegt wird (Fig. 45  $d_i \geq 0,20$ ,  $d_a = 0,30$  bis über 1 m je nach dem Gebirgsdruck wechselnd). Im Querschnitt gibt man dem Stollen am besten eine dem Kreis sich nähernde Hufeisenform. An den Stellen  $A$ ,  $A'$  der Fig. 46 sollen zum Zweck der Begehbarkeit Ecken oder besser kleine Podeste belassen

Fig. 46. Druckstollen im durchlässigen Gebirge.

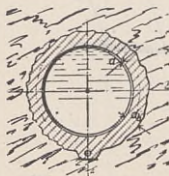
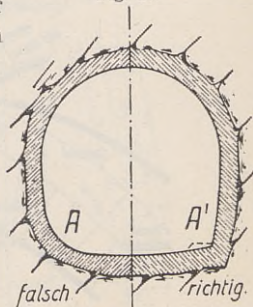


Fig. 47.





werden, was auch in der Ausführung mindestens so leicht herstellbar ist wie eine Ausrundung.

Über die Geschiebesammler zu Anfang der Stollen siehe § 12.

Über die Druckrohrleitungen der Rohrbahn siehe WA II, § 17 und „Wasserturbinen“ (S. G.), § 12 und 32.

Zuweilen kann es Baukosten ersparen, ein Kanalgerinne als Druckleitung zu führen, vgl. die Eisenbetonrohrleitung bei Champ an der Isère<sup>1)</sup> oder die Talüberquerung der Leitzachwerke mittels Düker nördlich Groß-Seeham. Es muß dann zum Ausgleich der Wasserstöße bei Belastungsschwankungen am Ende der Leitung ein Wasserschloß von einer Oberflächengröße  $G$  angebracht werden, welche nach Prašil mindestens gleich dem 30fachen des Leitungsquerschnitts ist. Knickpunkte in der Leitung führen wegen Luft- und Schlammansammlungen mit der Zeit gern zu Betriebsstörungen.

## § 15. Das Wasserschloß.

Das Wasserschloß, d. i. die seeartige Verbreiterung des Zuflußgerinnes oberhalb der Kraftstation, soll zum Ausgleich der Spiegelschwankungen im Kanal und zur Beruhigung der Drucksteigerungen in den Turbinenzuleitungsrohren, wo solche vorhanden sind, dienen, außerdem soll das Werkwasser ausgiebig geklärt werden.

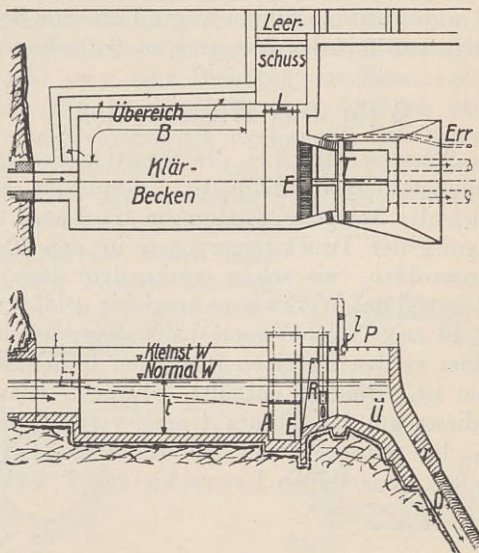
Fig. 48 zeigt eine Wasserschloßanlage, welche oberhalb einer zu den Turbinen führenden Rohrbahn  $D$  angeordnet ist. Dieselbe enthält: Übereich, Klärbecken, gegen dieses um den Absatz  $A$  noch vertieft die Kiesrinne, die motorisch und von Hand anzutreibenden, gewöhnlich zweigeteilten Leerschützen  $L$ , welche zum

<sup>1)</sup> Vgl. Köhn, S. 538.

Leerschuß führen; ferner hinter der Schwelle  $E$  den Feinrechen  $R$  und die Einlaufschützen  $T$ , welche die beiden Einlaufkammern abschließen.  $P$  Bedienungs-podium aus Holz auf Eisenträgern. Für die Möglichkeit des Luftzutrittes  $l$  in die Kammern muß gesorgt sein, damit bei plötzlichem Schließen von  $T$  die Rohrleitung nicht deformiert wird. Wichtig ist ein allmählicher Übergang  $Ü$  von den Kammern zu den Druckrohren; diese müssen mit einer genügenden Anzahl Winkelringe  $r$  im Mauerwerk verankert sein. Den Spiegelstand am Wasserschloß zeigt eine Fernmeldevorrichtung im Krafthaus an.

Ähnlich ist die Ausrüstung des Wasserschlosses, wenn das Turbinenhaus bei fehlender Druckrohrleitung

Fig. 48. Anordnung eines Wasserschlosses (Längenschnitt überhöht).



direkt an den Kanal anstößt. Das Wasserschloß-Übereich kann bei kurzen Obergräben fehlen; bei Entlastungen staut sich dann das Wasser bis zu der Höhe auf, welche zum Übersturz des Wassers über das Wehr (bzw. das Sicherheitsübereich hinter dem Kanaleinlauf, §12) nötig ist.

Für den Betrieb ist es wichtig, daß die Anordnung des Rechens seine Reinigung nicht erschwert. Reinigung von Hand ist meist das billigste und beste.

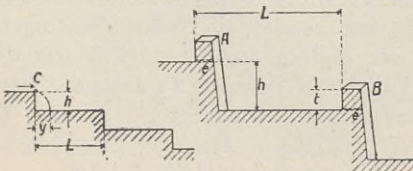
Der Leerschub soll die gesamte Energie des ihn durchströmenden Wassers vernichten. Wo keine Eisgefahr existiert, wäre es falsch, einen Leerschub nach dem Grundsatz anzulegen, daß er das Wasser möglichst schlankweg vom Ober- in den Untergraben befördert. Im Gegenteil, das Wasser soll auf seinem Weg durch den Leerschub recht viel Hindernisse finden, damit seine Energie vollständig vernichtet wird. Muß aber viel Eis befördert werden, so ist es umgekehrt. Sind in solchen Fällen beide Absichten nicht zu vereinen, so legt man einen besonderen „Eisschub“, ähnlich wie eine Floßgasse, mit Eisfalle<sup>1)</sup> an. Eine Ausführung wie Fig. 49 links erreicht die Vernichtung der überschüssigen Energie nicht ganz; bei dieser Art soll erfahrungsgemäß

$$(6) \quad L = y + 3h$$

sein ( $y$  Wurfweite des abstürzenden Wasserteilchens  $C$ ). Die Anordnung von sog. Toskammern (Fig. 49 rechts) ist

<sup>1)</sup> Siehe Fig. 21.

Fig. 49. Längenschnitt durch einen Leerschub.



besser ( $L = 3 h$ ;  $t$  etwa 2 m und mehr); die Kammern müssen bei  $e$  entleert werden können.

Bei großen angreifenden Kräften, also großen Fallhöhen und viel Wasser pro m Breite, krümme man die Quersporne  $B$  im Grundriß und lasse sie in der Mitte tiefer wie an den Seiten, damit die Wassermassen in den Kammern möglichst durcheinander gewirbelt werden und an Energie verlieren. Ein weiteres Hilfsmittel in diesem Sinn ist, die Kammern ungleich breit zu machen und die einzelnen Übersturzstellen gegeneinander zu versetzen. Richtungsänderung schließlich und Anordnung einer langen Überfallschwelle am Leerschußende bewirken, daß das Wasser vollkommen seiner Energie entkleidet in den Unterkanal abströmt. Eine solche vom Verfasser angegebene Leerschußkonstruktion wurde erstmals bei der Wasserkraftanlage Tacherting bei Trostberg ausgeführt und hat sich gut bewährt<sup>1)</sup>.

Bei höheren Gefällen werden Leerlauf-Rohrleitungen oder auch sog. Schußtennen<sup>2)</sup> verwendet. Am untern Ende muß eine Vorrichtung vorhanden sein zur Vernichtung derjenigen Energie, welche durch die Reibung nicht aufgezehrt wurde.

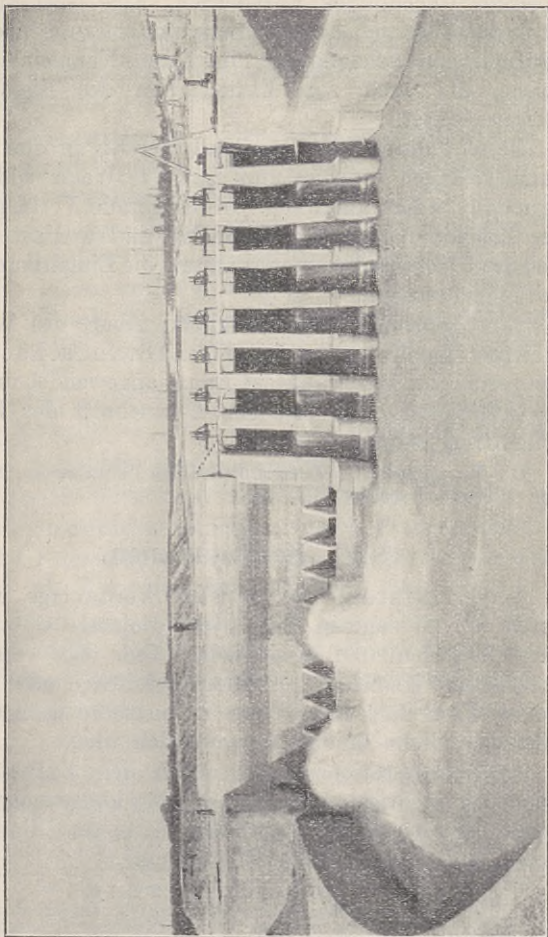
Übereich (selbsttätiger Überlauf, Streichwehr).

Lange Obergräben, Kanäle wie Stollen, müssen eine oder mehrere Überlaufstellen erhalten, an denen sich bei Betriebsstörungen usw. die entstehenden Wellen und Stauungen des Wassers selbsttätig rasch beruhigen können. Hierzu dienen Streichwehre (siehe Fig. 24 und 25, in WA II, § 12) und selbsttätige Heber. Letztere werden in nördlichen Gegenden wegen der Gefahr des Einfrierens, die übrigens (nach Heyn) nicht groß ist, bis jetzt selten angewendet, sie kosten aber ungefähr nur ein Sechstel der ersteren und brauchen nur den zehnten Teil der Überlaufwellenhöhe (Toleranz). Der in Fig. 50 dargestellte Heber vermag bei nur wenigen Zentimetern

<sup>1)</sup> Vgl. Fig. 52, Seite 93.

<sup>2)</sup> Z. B. WA Ruezwerk  $Q_{\max}$  10 cbm,  $H$  180 m.

Fig. 50. Selbsttätiger\_Heberüberlauf für 100 cbm/sek. bei San Giovanni Lupatoto.



Toleranz 100 cbm/Sek. abzuwerfen. Eine Überlaufstelle ist in der Regel mit dem Wasserschloß zusammengebaut, häufig ist eine solche gleich hinter dem Kanaleinlauf angelegt, die auch zum Fortschaffen des Eises gute Dienste leistet.

Besteht die Möglichkeit, daß viel Eis in den Oberkanal gelangen kann, so muß man das Wasserschloß im Grundriß anders anordnen. In die gerade Verlängerung der Zuströmung müssen Eisauslaß und wenigstens ein Teil des Übereichs kommen, während die Einlaufkammern seitlich abzweigen.

Eine, gewöhnlich unzulängliche, Abart des Wasserschlosses sind die *Standrohre*<sup>1)</sup> und *Standschächte*<sup>2)</sup>; sie werden bei beschränktem Raum angewendet und sollen mindestens den 30fachen Querschnitt der Druckrohrleitung haben.

Die Kanaleinläufe (Entnahmeanlagen) sind zusammen mit den Wehren behandelt (§ 12).

## § 16. Kraftstationen.

Die Kraftstation einer Wasserkraftanlage, im weiteren wie im engeren Sinn, stellt diejenige Gesamtheit ihrer baulichen und maschinellen Teile dar, vermittels welcher die Kraftleistung eines natürlichen oder künstlichen Wasserfalls unmittelbar in nutzbare mechanische oder elektrische Energie umgewandelt wird.

Die Kraftstationen sind neben den Entnahmeanlagen die wichtigsten und daher stets konzessionspflichtigen Teile der Wasserkraftanlagen, sie sind die eigentlichen Anlagen zur Wasserbenutzung.

<sup>1)</sup> Z. B. Bericht des Albulawerkes, Tafel 8 und 9.

<sup>2)</sup> Über die Erfahrungen an den Standschächten des Heimbachwerkes (Urftalsperre) siehe Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1908, Nr. 16ff. und Thoma, Theorie des Wasserschlosses, Oldenbourg, Berlin 1910.

Auf Entwicklung und Gliederung einer Kraftstation üben Art und System der Turbinentype Einfluß aus. Man kann danach folgende Klassen von Kraftstationen unterteilen:

I. Niederdruck- oder Wasserschloßstationen sind Kraftstationen, bei welchen Wasserschloß und Station beisammen liegen, und zwar

- a) Schachtturbinenanlagen, wo die Turbinen „im Schacht“, d. h. in der Einlaufkammer sitzen, und
- b) Gehäuseturbinenanlagen, wo die Turbinen im Kessel, d. i. in einem kesselartigen oder spiralgewundenen (eisernen) Gehäuse untergebracht sind.

II. Hochdruckstationen sind die alleinstehenden Krafthäuser<sup>1)</sup>, die vom Wasserschloß durch eine Hochdruck-Rohrbahn getrennt sind<sup>2)</sup>.

Die Hochdruckstationen unterteilen sich in:

- a) Spiralturbinenanlagen, wo sog. Francisspiralen, und
- b) Freistrahlturbinenanlagen, wo Freistrahlturbinen als Wassermotoren aufgestellt sind.

Es macht keinen prinzipiellen Unterschied, ob die Turbinen liegen oder stehen; bei sämtlichen genannten 4 Klassen kommen stehende wie liegende Turbinenanordnungen vor.

---

<sup>1)</sup> Zuweilen rechnet man Rohrbahn und Wasserschloß ebenfalls zur Hochdruckstation hinzu.

<sup>2)</sup> Unter Hochdruckrohrbahn ist eine solche Rohrbahn zu verstehen, welche nicht durch ein anderes Konstruktionsglied ersetzbar ist. Es gibt Niederdruckanlagen, bei denen trotz kleineren Gefälles als etwa 20 m doch Krafthaus und Wasserschloß aus örtlichen Gründen nicht zusammengebaut werden konnten, sondern durch eine Rohrbahn getrennt sind, wenn auch an und für sich hier eine Schacht- oder Kesselturbinenanlage noch denkbar wäre. Ungefähr von  $H = 30$  m ist aber keine Anlage Ia oder Ib mehr konstruktiv möglich, sondern nur eine Rohrbahn und diese „notwendige“ Rohrbahn ist mit Hochdruck-Rohrbahn bezeichnet worden.

## Das Wasser in der Kraftstation.

Bei Bemessung und Herstellung der Gerinne, welche das Wasser in der Kraftstation durchfließt, muß der Grundsatz bestehen, für alle andern Zwecke, außer der Gefälleauswertung in der Turbine, die Energie des Wassers möglichst zu sparen. Also genügend breite Rechen- und Schützenquerschnitte, sanfte, stoßfreie Übergänge in Einlauf- und Auslaufkammern, glatte Zu- und Auslaufgerinne! Ferner müssen in den Einlaufkammern Turbine oder Rohreinlauf tief genug liegen, damit nicht das Wasser Luft mitreißen kann, welche den Arbeitsprozeß im Laufrad stört. Ebenso ist unterhalb der Turbine die sog. Saugzone des Ablaufkrümmers<sup>1)</sup> durch feinen, trocken hergestellten und gut gestampften Beton und Aufbringung von Glattputz luftdicht herzustellen. In der daran schließenden Druckzone des Krümmers genügt gewöhnlicher Putz, in der Auslaufkammer sogar ebene Betonoberfläche ohne Putz.

Die Anordnung der Turbinen nicht in der offenen Einlaufkammer, sondern im Gehäuse hat in kalten Gegenden den großen Vorteil, daß man Gehäuse und Turbinen im geheizten Raum aufstellen kann.

Alle Räume der Kraftstation, welche neben, unter oder hinter wasserdurchflossenen Räumen liegen, sind gegen diese wasserdicht zu isolieren. Wenn man ganz sicher gehen muß, z. B. wenn der Leerschuß in gleicher Höhe neben dem Maschinensaal vorbeiführt, sind die Wände auch zu drainieren.

Wo Gefahr besteht, daß der Leerschuß infolge starker Fröste einfriert, muß er abgedeckt werden (z. B. WA Sillwerke bei Innsbruck).

<sup>1)</sup> Des sog. Saugrohrs.



Größe und Gliederung der Stationen.

Wie die Konstituenten  $Q$  und  $H$  die Dimensionen einer Station beeinflussen, ist aus dem Beispiel der Fig. 51 bis 53 für eine 16 000-PS-Anlage ersichtlich<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Die Beispiele sind mit dem Hollschieber ausgerechnet.

Fig. 51, 52, 53. Drei 16 000 PS-Stationen.

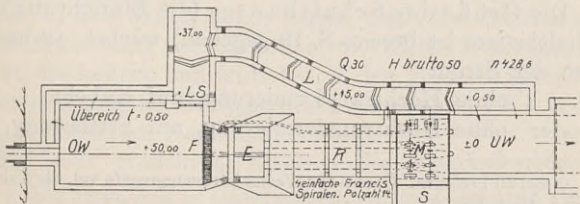
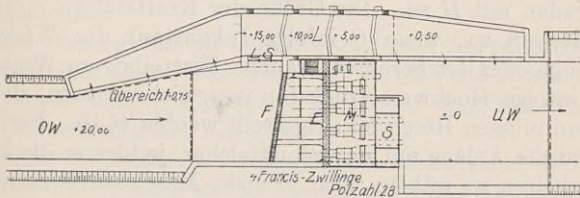
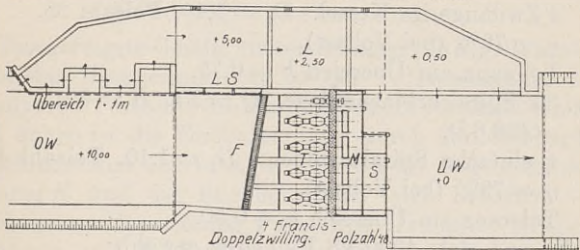


Fig. 51. Schachtturbinenanlage.  $Q = 150$ .  $H = 10$ .  
 $n = 125$ .

4 Doppelzwillinge im Schacht.  $D_1 = 1,70$  m.  
 Polzahl  $48^2$ ).  $\eta = 79\%$  (bei Vollast).  
 Toleranz am Übergang  $h = 1,00$ .

Fig. 52. Kesselturbinenanlage.  $Q = 75$ .  $H = 20$ .  
 $n = 214,3^1$ ).

4 Zwillinge im Kessel.  $D_1 = 1,40$ , Polzahl 28.  
 $\eta = 79\%$  (bei Vollast).  
 Toleranz am Übergang  $h = 0,75$ .

Fig. 53. Spiralturbinenanlage.  $Q = 30$ .  $H = 50$ .  
 $n = 428,6^1$ ).

4 einfache Spiralturbinen.  $D_1 = 1,10$ , Polzahl 14.  
 $\eta = 79\%$  (bei Vollast).  
 Toleranz am Übergang  $h = 0,50$ .

Es sind stets 4000 PS-Einheiten gewählt.

Unter sonst gleichen Umständen nimmt die Größe einer Station im geraden Verhältnis mit  $Q$ , und im ungeraden mit  $H$  zu. Die Größe der Kraftstation nimmt weiterhin zu, wenn  $Q$  infolge Inkonstanz der Wassermenge oder des Stromverbrauchs, Eistreiben im Winter,  $H$  infolge Hochwasserrückstau usw. viel wechseln, denn dann müssen Reserven aufgestellt werden (§ 19). Ferner wird die Anlage um so umfangreicher, je kleiner die PS-Einheiten zu wählen, also je mehr Maschinensätze aufzustellen sind.

Die Größe des Schalthauses (die Einrichtung des Schalthauses ist bereits S. 19 gegeben) wächst, je nachdem der Strom

ohne Hochtransformierung, auf Kabeln,  
 oder ohne Hochtransformierung, auf Freileitung,

<sup>1)</sup> Bei 50 Perioden. Über  $n$  für Wechselstromaggregate vgl. die Tabelle in WA II, § 19.

oder mit Hochtransformierung, auf Kabel,  
 oder mit Hochtransformierung, auf Freileitung  
 fortgeleitet wird. Denn der letzte Fall z. B. muß Räume  
 vorsehen für die Transformatoren, Hochspannungs-  
 schaltanlage, Hochspannungsblitzschutz usw., was der  
 erste Fall nicht braucht.

### Niederdruckstationen.

Das geringste Gefälle nützen Anlagen wie Fig. 54 aus<sup>1</sup>).  
 Über das Bachgerinne weg ist der Turbinenanbau, die  
 „Radstube“, erstellt; die Turbine besitzt vertikale Welle,  
 und daher ist die Einlaufkammer durch den heizbaren  
 Maschinenraum überbaut, in welchem die Kegelradüber-  
 setzung  $K$  und die Regulierung  $R_g$  sich befinden. —  
 Eine weitere Übersetzung  $T$  treibt die Dynamos. Ablauf-  
 krümmer und Auslaufkammer gehen ineinander über,  
 wobei Querschnitt  $c > b > a$ .  $R$  Rechen,  $P$  Podium,  
 $s$  Wandung der Einlaufkammer,  $k$  des Auslaufkrümmers,  
 $L$  Leerschuß.

Bei etwas größerem Gefälle erhält man Anordnungen  
 mit nur einer Übersetzung zwischen Turbine und Dynamo.  
 Als Übersetzungen kommen in Betracht: Kegelräder bis  
 1:5, Riemenantrieb, Seiltrieb.

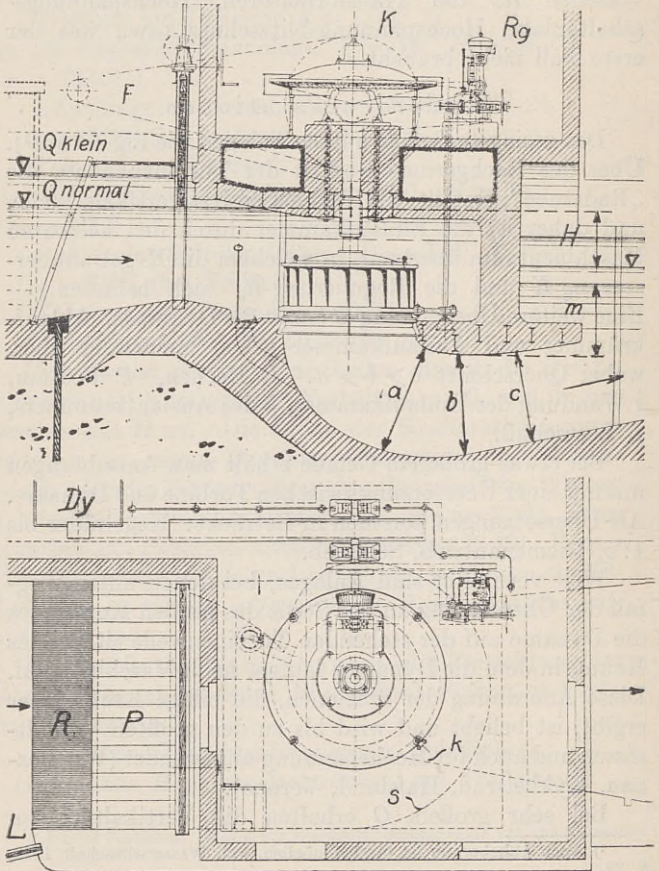
Weit verbreitet sind Anlagen, bei denen unter Weg-  
 fall der Übersetzung an der Stelle des großen Kegelrades  
 die Dynamo auf der stehenden Turbinenwelle sitzt. Der  
 Raum, in dem die Dynamos laufen, heißt Maschinensaal.  
 Diese Anordnung der Stationen, die billige Krafthäuser  
 ergibt, ist beliebt und wird bis zu den größten Verhält-  
 nissen und auch für Hochspannung angewendet (WA Bez-  
 nau, Kykkelsrud, Hafslund, Verona).

Bei sehr großem  $Q$  erhalten die Vertikalturbinen

<sup>1</sup>) Auch Abheberung ist hierbei möglich, vgl. Wasserwirtschaft 1913,  
 S. 29.

mehrere Laufräder. Man hat dann aber meist zwischen verschiedenen Möglichkeiten die Wahl.

Fig. 54. Anlage mit stehender Welle. (Briegleb & Hansen, Gotha.)



Beispiel. Schleusenkraftwerk der Neckarkanalisation,  $Q = 60$ ,  $H = 3,8$ . Entweder: 4 vertikale 600-PS-Doppelzwillinge direkt mit Dynamo gekuppelt,  $n = 250$ , 24 Pole. Ziemlich kleines Krafthaus. Oder: Einfache Zwillinge mit  $n = 100$ , Kegelradübersetzung 1:5. Billigere Dynamos mit nur 12 Polen. Aber größeres Krafthaus. Vergleichsrechnung.

Bei einer Kraftstation mit liegenden Schachtturbinen befindet sich der Maschinensaal hinter der Turbinenkammer. In Fig. 55 sind trotz der hohen Unterwasserstände noch liegende Aggregate möglich gewesen, weil durch die Anordnung der Turbinen in einer sog. Heberkammer der Fußboden des Maschinensaales aus dem Hochwasserbereich herausgehoben worden ist. Der Raum  $h$  ist mit Wasser gefüllt;  $h + H$  darf die Sauggrenze nicht überschreiten<sup>1)</sup>.  $i$  luft- und wasserdichte Isolierschicht.  $E$  Eisenbeton. Ähnlich sehen Schachtanlagen mit 1 oder 2 Laufrädern bei liegender Welle aus. Die Schmierung des einen Lagers von oben her ist durch einen eisernen Einsteigschacht möglich.

Bei der Moosburger Anlage, Fig. 56, 4 Laufräder, gelangt man zu den Lagern mittels betonierter Bedienungs-

<sup>1)</sup> Siehe Holls „Anleitung“ S. 72. Evakuierung der Kammer am besten durch „Schwimmer für Sparschaltung“ (Escher, Wyß & Co., Zürich).

Fig. 55. Turbinenkammer mit Heberwirkung.

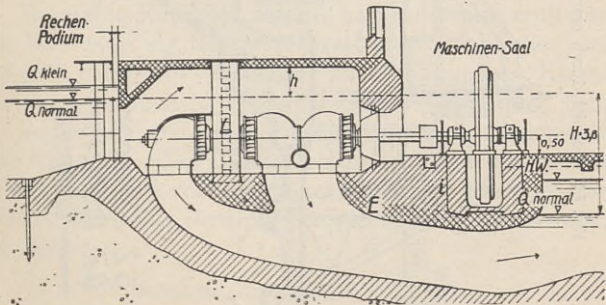
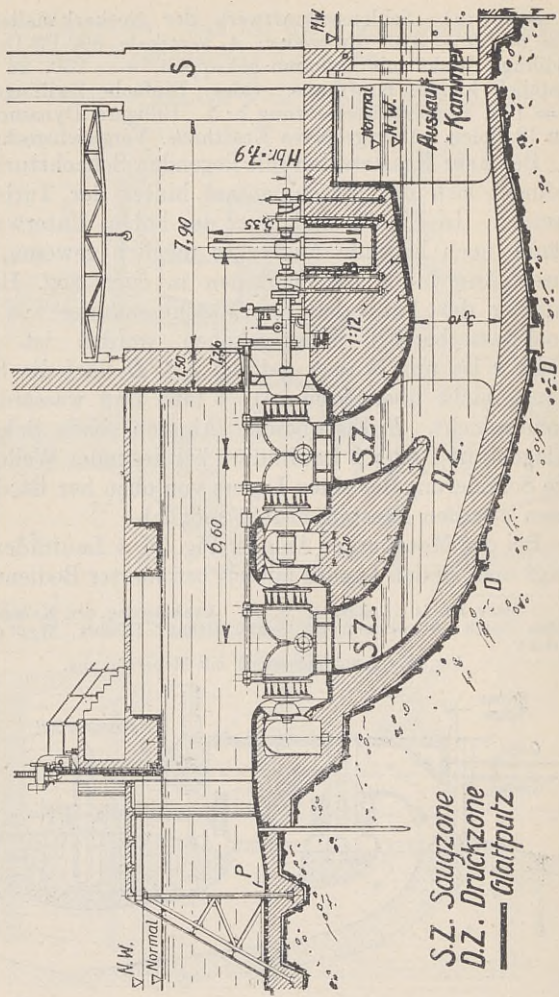


Fig. 56. Schnitt durch eine Schachtturbinen-Anlage (Moosburg a. d. Isar); Q 22, H 7,9, n 150.



S.Z. Saugzone  
 D.Z. Druckzone  
 — Glattputz

gänge. Der wasserdichte Putz ist durch stärkere Linien hervorgehoben. In der Saugzone der Ablaufkrümmer muß der Beton auch luftdicht sein, in der Druckzone genügt oben und seitlich Reibeputz, auf den unteren Flächen sogar ebener Beton wie in der Auslaufkammer.

Der Glattputz wurde im Winter 1906/07, zum Teil bei  $-10^{\circ}\text{C}$ , unter Aufsicht des Verfassers im Mischungsverhältnis  $1:1\frac{1}{2}$  aufgebracht, wobei die Räume mit Koksöfen ausgeheizt waren. Es ist seitdem nicht die geringste Feuchtigkeit im Innern der Gänge oder der Halle zu bemerken gewesen.

Schächte mit mehr als 10 m Wassertiefe sollte man aus Gründen der Wasserdichtheit nicht ohne besondere Isolierungsmaßnahmen neben einem Maschinensaal ausführen. Entweder betoniert man in die Schachtwandungen dichtende Blechkästen ein oder man greift zu dem Aushilfsmittel, daß man, wie in Fig. 57, die Turbinen in einem Kesselgehäuse im Maschinensaal selbst aufstellt. Wichtig ist hierbei die gute konstruktive Durchbildung der Wasserschloßmauer.

Im Fall des Beispiels Fig. 57 ließ der Verfasser die Wasserschloßmauer so ausführen, daß die Pfeiler den gesamten resultierenden Druck aufnahmen. Die Einlaufkammern wurden in armiertem Beton hergestellt. Die Dachkonstruktion erhielt einerseits Rollenaufleger. Der Berghang wurde drainiert (*D*).

Wo wenig Raum ist, wie oft im Felsterrain, muß man die Rohrbahn ins Berginnere verlegen. Dies findet man beispielsweise bei manchen skandinavischen Kesselturbinenstationen<sup>1)</sup>. Selbstverständlich darf auch beim besten Granit usw. man sich nicht versuchen lassen, die Zuleitung zwischen Wasserschloß und Station im unbedeckten Fels vorzunehmen, Eisen oder Stahl in Ausnahmefällen Holz, sind die einzigen zulässigen Rohrbahnmaterialien.

<sup>1)</sup> z. B. WA Trollhättan, Svålgfos.





## Hochdruckstationen.

Die Stationen hinter einer Rohrbahn sind nicht viel voneinander verschieden, weil sie in der Hauptsache nur aus Maschinensaal und Schalthaus bestehen. Die Schaltanlage bringt man bei großen Verhältnissen (z. B. WA Katsuragawa)<sup>1)</sup> gerne in einem getrennten Gebäude unter. Je größer das Gefälle ist, um so unerläßlicher ist vollkommene Reinheit des Wassers, weil sonst die Turbinen frühzeitig zerstört werden<sup>2)</sup>.

Die Art der Rohrzuleitung bedingt verschiedene Grundrißformen. Die Rohrbahn kann gerade auf das Krafthaus zukommen wie in Fig. 27, 53; oder es führen wie in dem Fall der Fig. 58 entlang den Längswänden des Hauses Hauptverteilerrohre  $V$ , von welchen Abzweigungen  $Z$  zu den einzelnen Turbinen  $T$  angeordnet sind. Aus den hohen Gefällen resultieren meist kleine Abmessungen von Turbine und Dynamo  $D$ , weshalb Schwungräder  $R$  notwendig werden. Die Saugrohre  $S$  können sich, wie hier, in Betonkrümmer  $K$  fortsetzen, oder, besonders bei höheren Gefällen, direkt in das Unterwasser tauchen. Das Absperrorgan  $A$  besteht entweder in einem Schieber oder einer Drosselklappe.

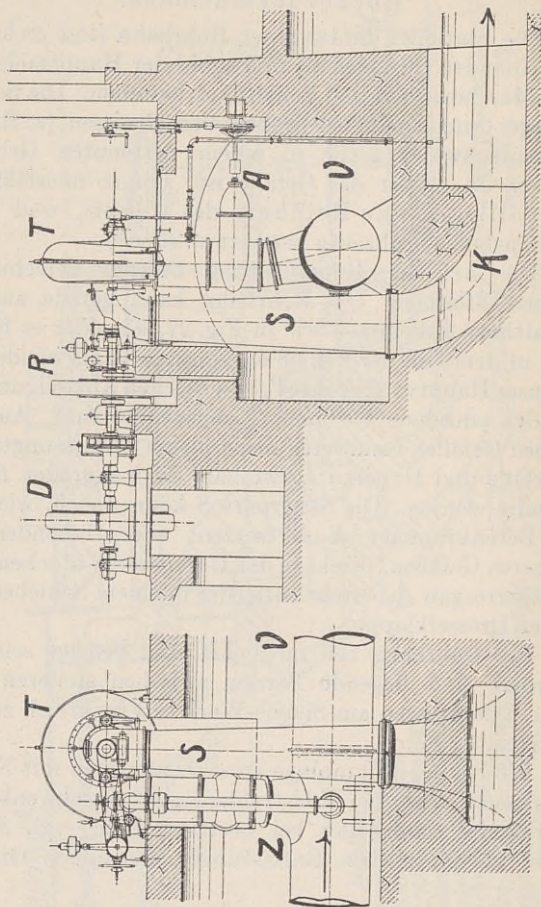
Die Rohrbahn soll möglichst steil geneigt sein, besonders sind liegende Partien zwischen steileren nach den Erfahrungen am Siagne-Werk in Frankreich zu vermeiden.

Wo bei der Rohranlage Druckregulatoren mit Nebenauslässen, oder, bei Freistrahlanlagen, Abschwenkdüsen vorhanden sind (oder bei Leerlaufrohren, vgl. S. 88), wird bei plötzlichen Entlastungen aus diesen Organen

<sup>1)</sup> „Wasserturbinen“ I, S. 15.

<sup>2)</sup> Vgl. hierüber die Ausführungen Zodels zu der vorbildlichen WA Adamello, Schweiz. Bauz. 1911, Sonderabdr. S. 5.

Fig. 58. Spirlturbinenanlage Marklissa in Schlesien;  $Q = 2^{1/2}$ ,  $H = 26$ ,  $n = 375$ .



das Wasser mit sehr großer Geschwindigkeit in die Auslaufkammer geschleudert. Für diesen Fall sind in solchen Kammern besondere Vorkehrungen zur unschädlichen Verteilung der strömenden Energie des Wassers nötig.

Bei kleinen Wassermengen kann man mittels genau zentrierter kegelförmiger Verteiler den Strahl ringartig ausbreiten und in sich selbst zurückleiten, bei größeren Verhältnissen wird ein sog. Zerstäuber angeordnet, wie dies beim Sillwerk<sup>1)</sup> geschehen ist, oder der möglichst verbreiterte Strahl wird tangential ins Unterwasser geleitet (WA Kern-River)<sup>2)</sup>.

Diese Zerstäuber und Strahlableiter müssen äußerst solid konstruiert sein. Wichtig ist auch, den Strahl ein- oder mehreremal abzulenken, damit nicht die bei der Zerstäubung entstehenden starken Schwingungen des Wasserstrahls sich der Rohrleitung mitteilen.

### Der Hochbau.

Im allgemeinen kann man für die Formgebung der Stationshochbauten den Grundsatz aufstellen: einfach, solid und konstruktiv! Die Architektur darf nicht gesucht sein, sie soll der Umgebung sich anpassen. Die äußere Gliederung ist so zu belassen, wie die innere Raumeinteilung sie ergibt, so daß schon der äußere Habitus des Gebäudes seinen Zweck verrät; eine Symmetrie der Massen soll nicht, wie etwa bei Renaissancebauten, allzusehr betont sein. Das darf nicht hindern, daß, wenn eine innere Parallelität wie beispielsweise

---

<sup>1)</sup> Die Kraft des mittels einer Tellerdüse ausgebreiteten Strahles wird an einem im Beton verankerten Rost von Eisenbahnschienen gebrochen.

<sup>2)</sup> Z. f. Turb.-Wesen 1907, S. 453.

bei fünf Turbinenaggregaten gegeben ist, dies auch außen durch eine entsprechend hervorgehobene Fünfteilung in symmetrischer Weise dargestellt wird. Es wird in der Regel möglich sein, mit wenig Aufwand statt eines öden, einförmigen Kastenbaues<sup>1)</sup> durch eine mit Maß gehandhabte Hervorhebung eine reizvolle Gliederung zu schaffen. Als Baumaterial sollte das Beste gerade gut genug sein, ein Grundsatz, der im Hinblick auf die lange Lebensdauer, welcher die Wasserkraftanlagen aller Voraussicht nach zu genügen haben werden, wohl gerechtfertigt ist. Je dauerhafter gebaut wird, um so länger wird der Zeitraum, auf welchen sich die Erneuerungsrücklagen verteilen. Nicht nur stören Instandsetzungsarbeiten den Betrieb, sondern in den einsamen Gegenden, in welchen die Krafthäuser gewöhnlich liegen, fallen spätere Reparaturen gewöhnlich teuer aus. In diesem Sinne behandelt, dürften Wasserkraftstationen dankbare Aufgaben für den Architekten bieten und der Gegend, in welcher sie errichtet werden, zu einem eigenartigen baukünstlerischen Schmuck verhelfen können.

Die Raumgliederung einer Kraftstation ist auf S. 18 angegeben. Zu den dort genannten Räumen kommen meist noch: Räume für Werkstatt und Personal, Magazin für Schmieröl, Putz- und Reservematerialien, Akkumulatorenraum für die Beleuchtung der Station und des Werkmeisterwohnhauses, Waschraum und Abort, sowie ein Raum für die Hauswasserpumpenanlage, gegebenenfalls auch der Raum für Dampfkessel oder sonstige Wärmemotoren, und für Reserven. An dem einen Ende

<sup>1)</sup> Z. B. sind die amerikanischen Kraftwerke mit wenig Ausnahmen Meisterwerke der Häßlichkeit; siehe F. Köster in Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1910, S. 1781.

der Maschinenhalle wird eine Toreinfahrt vorgesehen, durch welche Lastwagen bis unter den Stationskran einfahren können<sup>1)</sup>).

Für den entwerfenden Ingenieur können folgende Hinweise unter Umständen von Wichtigkeit sein.

### 1. Fußbodenkonstruktion der Halle.

Der Fußboden der Halle, welcher gewölbeartig oder als Eisenbetondecke über die Unterwasserpfeiler gespannt ist, soll so stark sein, daß bei der Maschinenmontage oder bei Reparaturen mehrere schwere Laststücke an beliebiger Stelle nebeneinander abgesetzt werden können; dies entspricht unter gewöhnlichen Verhältnissen wegen der Möglichkeit von Stößen einer Belastung von 1000—2000 kg pro Quadratmeter. Ein Schwingen und Zittern des Bodens muß, namentlich bei Winkelrädern, vollständig ausgeschlossen sein.

### 2. Isolierungsarbeiten.

Sämtliche Räume des Hochbaus müssen sowohl gegen aufsteigende Grundfeuchtigkeit als auch gegen die Sickerfeuchtigkeit etwa anliegender wasserdurchflossener Räume dauernd sicher geschützt sein. Gegen Grundfeuchtigkeit allein genügt eine Dachpappeneinlage zwischen Fundament und aufgehendem Mauerwerk. Die Abwehr der Sickerfeuchtigkeit erfordert umfassende Maßnahmen. Alle wasserberührten Rückflächen der Wände und auch die weiter abliegenden Betonsohlen, Pfeiler usw. versieht man deshalb mit einer Außendichtung aus mehrfach geglättetem bestem Portlandzementputz. Erhalten die Rückflächen, wie z. B. in einem Leerschuß, Dielenbeläge, so ist der Glattputz unter der Bedielung aufzubringen. Um sicherzugehen, wendet man außerdem noch Innendichtung an mittels wasserdichter Einlagen im Mauerwerk, nahe der Wasserseite (Asphalt- oder Steinkohlenteerpräparate, eine Kaliseifenschicht u. dgl.). Dynamograben pflegt man durch Einbetonieren von (ungestrichenen!) Blechkästen gegen zu hohes Unterwasser usw. abzudichten.

### 3. Dach.

Im Gebirge sind steile Dächer zu wählen mit Rücksicht auf Schneefall. Die Dacheindeckung muß wasserdicht sein

<sup>1)</sup> Über Einzelheiten der Baukonstruktionen vgl. Hdb. d. Arch. III, 1: Die Hochbaukonstruktionen, Darmstadt, Breymann, Allg. Baukonstruktionslehre, Leipzig, und die betreffenden Göschen-Bändchen.

(doppelte Biberschwanzdeckung oder Falzziegel oder Schiefer, auf gespundeter Schalung mit Dachpappe). Ein leichtes Dach erhält man durch Zinkblecheindeckung auf Dachpappe und gespundeter Schalung.

Wichtig ist eine gute Wärmeisolierung des Daches. Es wird dies durch den Einbau einer zweiten Hallendecke erreicht, die eine isolierende Luftschicht schafft; Material Rabitz oder gespundete Holzschalung, unten gehobelt und mit Lasur und zweimaligem Leinölfirnis versehen.

#### 4. Raumbemessung für die Maschinen.

Der entwerfende Bauingenieur muß wegen der Raumbemessung für den maschinellen und den elektrischen Teil stets mit der Maschinenfirma in Verbindung treten, denn das Haus soll um die Maschinen und Apparate herum und nicht der maschinelle Teil in ein fertiges Haus hineingebaut werden.

Bei jedem Aggregat ist so viel Platz zu lassen, daß man bequem demontieren und die Stücke absetzen kann.

#### 5. Kabelkanäle.

Die Kabel führe man in einbetonierten Zementrohren. An Stellen, die zugänglich bleiben sollen, beläßt man Aussparungen mit Riffelblechabdeckung.

#### 6. Wasserstandanzeiger.

Ein wichtiger Bestandteil der wasserbaulichen Krafthausanlage ist der Wasserstandanzeiger, welcher mittels hydraulischer oder elektrischer Übertragung das Oberwasser der Station anzeigt. Es gibt Vorrichtungen, welche Steigen oder Fallen des Wassers durch Lampensignale kenntlich machen. In manchen Fällen (Talsperren, sehr lange Werkkanäle) ist auch ein Wasserstandfernmelder von Wert, welcher die am Kanaleinlauf bestehende und durch einen selbstschreibenden Pegel registrierte Wasserspiegelhöhe an der Schaltbühne kenntlich macht.

Nützlich sind ferner sog. Schützenstandanzeiger, namentlich muß der Stand der Leerschützen an der Schalttafel erkennbar sein.

#### 7. Boden- und Wandflächen.

Boden und untere Wandpartien der Maschinenhalle werden am besten mit hartgebrannten glatten Steinzeugplättchen belegt; die Wandplättchen können glasiert sein. Diese Plättchenbekleidung staubt nicht, erfordert wenig Zeit

und Arbeit beim Reinigen, ist feuer- und säurefest und gefällig im Aussehen.

Für Schalthausböden verwendet man mit Vorteil sog. fugenlose Fußböden, die unter allerhand Namen im Handel zu haben sind.

Den Plättchenbelag der Halle muß man nach der Grundrißzeichnung der Maschinenfirma entwerfen, damit die Friese und Einfassungen mit den Maschinengeländern, Abdeckungen der Kabelkanäle usw. übereinstimmen.

Als Innenputz der Wände und Decken nimmt man glatten Kalkputz, bei außen wasserberührten Mauern Portlandzementputz mit etwas Kalkzusatz. Der Anstrich dieser Putzwände sei hell und freundlich.

### 8. Beleuchtung.

Die Maschinenhalle muß innen gut belichtet sein, was zumeist durch eine Reihe großer Fenster in der dem Schalthausanbau gegenüber liegenden Wandseite erreicht wird, welche über die Kranbahn hinaufreichen sollen. Die Kranbahn ist deshalb an der Fensterwandseite auf Wandpfeilern zu führen. Wenn das Schalthaus niedriger ist wie das Maschinenhaus, sind auch in der Schalthauswand oben noch Fenster anzubringen. Ist aber, wie bei Anlagen von 10—20 m Gefälle, die dem Schalthaus gegenüber liegende Wand des Gebäudes gleichzeitig Wasserschloßmauer, oder, wie bei Hochdruckstationen auf beschränktem Raum, Bergstützmauer, so daß die Anbringung der Fensterreihe unmöglich wird, so sind in den Stirnwänden genügend große Fenster zu belassen und im Notfall Oberlichter oder Dachlichtgaupen im Dach anzuwenden.

Die Fenster im Schalthaus dürfen nicht aus Holz bestehen, wie überhaupt daselbst alles brennbare Material zu vermeiden ist.

Für Nachtbeleuchtung werden Bogenlampen und Glühlampen verwendet; erstere nehmen sich an Auslegern hübscher aus, als an Drahtseilen oder Ketten, und können so zu einer guten Innenausschmückung der Halle beitragen.

### 9. Heizung.

Die Beheizung des Maschinensaales erübrigt gewöhnlich nicht, trotz der durch den elektrischen Energieverlust in Dynamos und Transformatoren erzeugten Wärme.

Leisten die elektrischen Maschinen  $N$  Kilowatt und geben sie pro Sekunde  $k$  Kilogrammkalorien an den Maschinenraum ab, so besteht die

angenäherte Beziehung, die mit dem Wirkungsgrad] der Maschinen schwankt:

$$(7) \quad k = \frac{N}{4}.$$

Eine kg-Kalorie vermag ca. 4 kg Luft<sup>1)</sup> um 1° zu erwärmen. Von dieser Erwärmung geht ab der Verlust infolge Wärmedurchtritts durch die Raumwände und in den Untergrund (letzteres ist bei WA viel bedeutender als das erstere).

### 10. Lüftung.

Für genügende Lüftung sämtlicher Maschinen- und Apparateräume muß gesorgt werden. Die Erwärmung der Raumtemperatur über etwa 35° C im Sommer ist unzulässig. Man erreicht dies in normalen Fällen durch sog. natürliche Lüftung, d. h. durch Anordnung einer Anzahl verschließbarer Öffnungen in Wänden oder Fenstern, angebracht in der Nähe des Fußbodens und der Decke des Maschinensaaes, nötigenfalls führt man Abluftschächte über Dach. Diese Öffnungen sind so zu verteilen, daß der Durchzug seinen Weg durch den Raum hindurch nehmen muß, nicht bloß einer Wand entlang, was z. B. geschähe, wenn an derselben Wand unten und oben geöffnet würde.

Reicht, wie in wärmeren Gegenden, die natürliche Lüftung zur Raumabkühlung nicht mehr aus, so muß man künstliche Lüftung (mittels Ventilatoren anwenden<sup>2)</sup>).

11. Die Türen sämtlicher Schalt- und Hochspannungsräume müssen nach außen aufschlagen.

12. Die Türen der Kanäle für Druckrohrleitungen unter dem Maschinenhallenboden müssen ebenfalls nach außen aufgehen, damit bei Rohrbruch der Wasserdruck die Türflügel nicht anpressen kann.

## § 17. Besondere Bauten an der Wasserfernleitung.

Zu den besonderen Bauten an der Wasserfernleitung gehören die häufig wiederkehrenden Brücken, Aquädukte, Düker, Sickerbauten usw., welche regelmäßig im Zuge der Werkkanäle anzutreffen sind. Vom Standpunkt der

<sup>1)</sup> 1 cbm trockene Luft wiegt bei 0° und 760 mm Barometerdruck etwa 1,29 kg.

<sup>2)</sup> Hierzu können die Rotoren selbst benutzt werden (WA Rjukanfos).



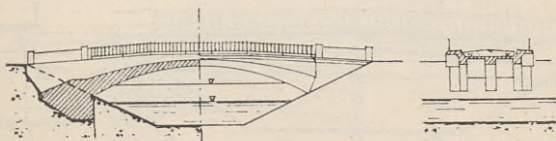
Wasserkraftnutzung ergeben sich einige allgemeine Grundsätze über Anlage und Herstellung solcher Bauten, das Genauere über Konstruktion und Bauausführung gehört in das Kapitel des Brückenbaus; hierüber möge die Spezialliteratur eingesehen werden.

Fast bei jedem Werkkanal kommen verschiedene Feld- und Fußwegüberkreuzungen vor. In der Regel wird der Kanal überbrückt; es handelt sich dann darum, hierfür die geeignete Form zu finden. Massive Stein-, Beton-, vornehmlich Eisenbetonbrücken sind bei den für lange Dauer zu erbauenden Wasserkraftanlagen das Richtige. Was die Frage anlangt, ob Trägerbrücken oder Bogenbrücken gebaut werden sollen, so sind letztere, wo es irgend angeht, vorzuziehen, weil dabei kein Stau entsteht und etwaiger Eisabfuhr usw. kein Hindernis geboten wird. In Einschnitten sind Bogenrippenbrücken aus Eisenbeton, vgl. Fig. 59, auch nicht teurer als Trägerbrücken. Letztere müssen schmale Pfeiler (Fig. 60), am besten in Eisenbeton, erhalten, und zwar so wenig als möglich. Fig. 61 zeigt eine Trägerbrücke ohne Pfeiler, bei welcher die Wände als Tragkonstruktion ausgebildet sind.

Im Felsgelände kommen auch leichte Hängebrücken in Betracht, wie man sie bei den Wasserkraftanlagen in Schweden und Norwegen findet.

Wenn auf dem Kanal Boot- oder Floßfahrt möglich

Fig. 59.



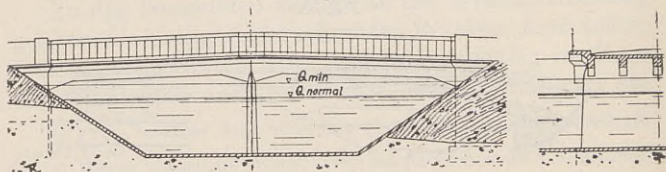
sein soll, so muß etwa  $2\frac{1}{2}$  m lichter Raum zwischen dem höchsten Wasser und Brückenunterkante bleiben, was meist ohne große Mehrkosten zu erreichen sein wird.

Trägerfußgängerstege richte man so ein, daß man von jenen aus Wassermessungen machen kann, indem eine feste oder abnehmbare Stange aus Holz oder Eisenrohr etwa 50 cm über dem höchsten Wasserstand querüber angeordnet wird.

Wildbäche sind stets über, nie unter dem Gerinne, durchzuführen. Für diese Aquädukte kommen schräge Trägerbrücken oder einhüftige Bogen in Betracht. Außer diesem Kunstbau sind wichtige Arbeiten die Verbauung im Quellgebiet des Wildbaches und die Befestigung des Absturzbettes; für beides ist eine Bauweise mit sogenanntem „wachsbarem“ Material (Faschinenbauweise) anzuwenden.

Bei tiefliegenden Bächen, Abwasserkanälen usw. kann es vorkommen, daß man diese unter dem Werkkanal als Düker durchführen muß. Solche Düker müssen zu Beginn und Ende je einen Schacht erhalten nebst einer Vorrichtung, mit welcher jederzeit kräftig durchgespült werden kann, außerdem am tiefsten Punkt eine Revisionsöffnung, welche man einmal im Jahr, bei der sogenannten Bachauskehr, öffnet, um etwa angesammelten Schlamm usw. auszuräumen.

Fig. 60.



Die Böschungsflügel solcher und ähnlicher Einbauten an Werkkanälen führe man kanalauf schief, kanalab senkrecht zur Stromrichtung.

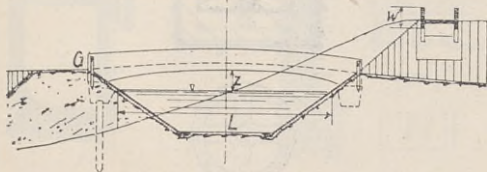
*Angaben zur Herstellung der besonderen Bauten.*

*Die Herstellung der Kunstbauten muß im allgemeinen bei Auffüllungsstrecken den Erdarbeiten vorausgehen, bei Einschnitten nachfolgen. — Für die außerhalb der Dämme nötig werdenden Sickergräben sind vor Herstellung der Brückenrampen Durchlässe vorzusehen. — Bei den Brücken sind Böschungstreppen anzulegen, welche zur Kanalsole hinabreichen. — Bei der ersten Vermessung sind die Höhenfixpunkte und Achsenversicherungen in die Nähe der Brücken zu setzen, man kann sie dann nach Fertigstellung auf die Brücken übertragen, um sie später zu Kontrollwassermessungen usw. bequem benützen zu können. — Wo Rettungsvorrichtungen nötig sind, bringt man diese bei den Brücken an, weil dort am meisten Aussicht besteht, daß bei etwaigen Unglücksfällen Hilfe in der Nähe ist.*

## § 18. Wasserrechtszeichen, Fixpunkte, Pegel.

Die amtlichen Marken, welche die Grenzen des verliehenen Wassernutzungsrechts augenfällig machen sollen, heißen Eichpfähle oder Eichzeichen (Fig. 62). Sie tragen den rechtlichen Charakter eines Grenzzeichens.

Fig. 61.



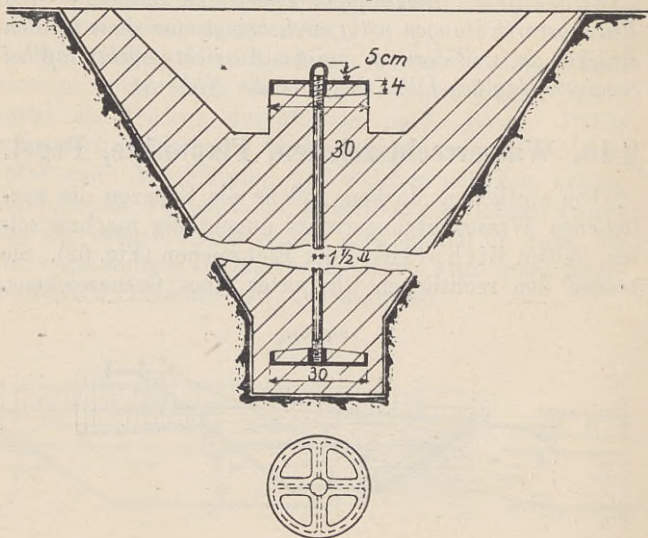
Zu ihrer Kontrolle sind stets noch ein oder mehrere Fixpunkte, sogenannte Sicherheitszeichen oder Rückmarken, angebracht, welche auf Normalnull durch Nivellement einbezogen sind.

Eichpfähle sollen an folgenden Punkten einer Werkanlage aufgestellt sein:

1. im Mutterfluß und (an der etwa vorhandenen selbsttätigen Entlastungsanlage) hinter dem Kanaleinlauf, zur Festlegung der Höhe des Entnahmespiegels, also der Wehrwage, der Sperrmauer- oder Dammkrone usw.;
2. a) oberhalb und b) unterhalb der Kraftstation<sup>1)</sup>;
3. im Mutterfluß, an der Wasserrückgabestelle.

<sup>1)</sup> Nr. 2a muß ein Doppelseichpfahl sein, die untere Eiche gilt für  $Q_{\max}$ , die obere für  $Q = 0$ .

Fig. 62. Eichpfahl.



Von diesen sollen in der Regel Nr. 1 und die höchste Eiche von 2a nicht überschritten, dagegen die untere Eiche von 2a, ferner Nr. 2b und Nr. 3 nicht unterschritten werden („Abmahlen“). Doch können auch besondere Verhältnisse obwalten, welche andere Festsetzungen für diese Eichpunkte rätlich erscheinen lassen. Bei Nr. 2b und 3 werden am besten selbstschreibende Pegel aufgestellt, damit die Wasserführung fortlaufend erkannt werden kann (Fig. 63<sup>1)</sup>).

Die Umlaufzeit der Trommel kann bis zu 32 Tagen betragen. Das Ganze wird in einem Schutzhäuschen untergebracht.

<sup>1)</sup> Die Fig. 63—65 sind dem Katalog von Ott, Kempten entnommen.

Fig. 63. Selbstschreibender Pegel.

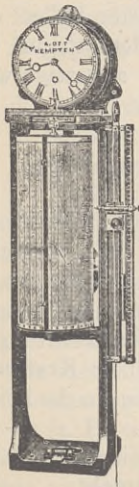
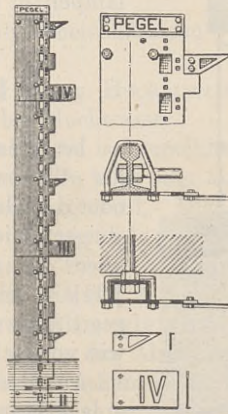


Fig. 64. Eiserner Pegel nach Epper.

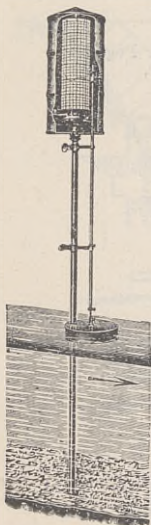


Für den Werkbesitzer selbst sind Pegel, selbstschreibende und andere, von großem Wert, damit er aus ihnen jederzeit ein Bild über die Wasserführung sowohl im Mutterfluß wie in den Werkkanälen gewinnen kann. Die Fig. 64 stellt einen kräftigen schmiedeeisernen Pegel dar, welcher gegen Witterungseinflüsse, Stoß und Schlag widerstandsfähig und auch auf größere Entfernungen ablesbar ist (System Epper).

Für Projektierungen und für Kontrollmessungen ist der Greinersche transportable Schreibpegel (Figur 65) geeignet.

Schreibpegel mit elektrischer Fernmeldung sind, wenn gut im Gang erhalten, nützlich, besonders bei Talsperren und Hochdruckanlagen; man führt sie zuweilen so aus, daß die Tendenz des Wasserspiegels zum Steigen oder Fallen durch Aufleuchten verschiedenfarbiger Glühlampen in der Station angezeigt wird.

Fig. 65. Greiners transportabler Schreibpegel.



## § 19. Kraftreserven.

Ist einer der beiden Konstituenten der Wasserkraft, die Wassermenge  $Q$  oder das Gefälle  $H$ , nicht konstant, oder steigert sich zuweilen der Verbrauch über die normale Wasserführung des Werkes, so muß zu einer Kraftreserve gegriffen werden, um die gleiche Leistung wie vorher zu erzielen.

An Reserven für eine Wasserkraftanlage kommen in Betracht:

1. die elektrische Reserve;
2. die hydraulische Reserve;
3. die wärmemotorische Reserve und
4. die organisatorische Reserve.

1. Auf elektrischem Wege läßt sich Energie aufspeichern in allerdings verhältnismäßig teurer Weise mittels der Akkumulatorenbatterien. Es ist dies für Beleuchtung vorteilhafter als für Kraft, da die Spannung einer einzelnen Zelle bei der Entladung nicht einmal 2 Volt beträgt und man schon für mäßige Kraftabgabe mittlerer Spannung eine sehr große Anzahl Akkumulatorenzellen braucht. Akkumulatorenbatterien als Werkreserven finden sich selten bei Kraftstationen, häufiger dagegen innerhalb der Verteilungsnetze von Städten. Die Wartung und Instandhaltung erfordert sorgfältige Aufsicht. Alles Weitere siehe Holz, Schule des Elektrotechnikers Bd. 3, und Heim, Elektrische Beleuchtungsanlagen.

2. Als hydraulische Energiereserve können in Betracht kommen:

- a) die Speicherung zeitweilig überschüssigen Wassers in Sammelbecken;
- b) die Hebung von Wasser in sog. Hochspeicher und
- c) die Gefälleverstärkung bei Hochwasser.

a) Die Größe der Speicherbecken ist verschieden, je nachdem den Tag, Monat, die Saison über oder auf noch längere Zeit Wasser aufgesammelt wird. Die beiden häufigsten Formen sind: die Tagesaufspeicherung für schwankende Betriebe (z. B. ein Kraftwerk mit dreifacher Spitzenleistung, siehe WA III, 2. Kapitel) und die Saisonaufspeicherung zum Ausgleich der NW-Periode (z. B. eine Kraftanlage in den Alpen sammelt sommers Wasser im Stausee, aus welchem dann winters die sonst zu geringe Werkwassermenge vergrößert wird).

Fig. 66 zeigt die letztere Speicherungsart, wobei die Pegelkurve  $P_1$  des Zuflusses durch den Stausee verwandelt wird in die Kurve  $P_2$  des Abflusses. Diese zurückhaltende Wirkung des Stausees heißt Retention.

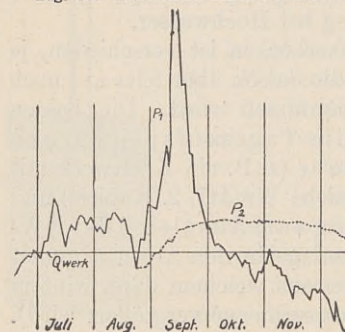
Aus folgender Tabelle ist ersichtlich, was für Stauräume notwendig sind für 1 cbm Zusatzwasser, um welchen das normale Werkwasser in der Zeit des Mangels vergrößert werden soll.

Tab. 2. Größe der Stauräume.

Nr.	Zeitraum des Mehrverbrauchs von 1 cbm	Inhalt des nutzbaren Stauraums in cbm	Bemerkung
1	1/2 Tag	43 000	Tagesaufspeicherung <sup>1)</sup>
2	1 Monat	2 600 000	—
3	4 1/2 Monate	12 000 000	Saisonaufspeicherung
4	1 Jahr	31 500 000	—

So ziemlich in jedem Betrieb, besonders aber bei Bahnkraftwerken usw., kommt während eines Arbeitstages eine größere oder kleinere Zahl von Schwankungen des Kraftverbrauchs vor, welche die „Spitzen“ genannt werden. Hierbei kann der plötzliche Verbrauch oft bis

Fig. 66. Retention eines Stausees.



zum Drei- und Mehrfachen des normalen ansteigen und es muß dann die hydraulische Reserve ziemlich groß sein. Ihre

<sup>1)</sup> Für kleine Werkanlagen ist diese Speicherungsform besonders vorteilhaft, vgl. „Elektrot. u. Maschinenbau“ 2. 12. 1906, Schweiz. elektrot. Zeitschr. Nr. 2 v. 16. 2. 1907. Zeitschr. f. Turbinenwesen 1907, S. 442. — Auch der Werkkanal, wenn er größere Länge besitzt, kann zu solchen Tagesspeicherungen zuweilen benützlich sein.



Größe ist im einzelnen Fall durch besondere Versuchsrechnung zu bestimmen.

b) Liegt das Krafthaus dicht am Fuß eines Berges, so kann man das Überschußwasser dazu verwenden, durch Hochdruckpumpen Wasser in ein einige hundert Meter hoch gelegenes Sammelbecken zu fördern, von wo aus es zu Zeiten starken Verbrauches durch dieselbe Rohrleitung zurückfließt und Hochdruckturbinen im Krafthaus antreibt. Beispiel: WA Schaffhausen. Diese Art der hydraulischen Reserve wird, wo sie ausführbar ist, in der Regel billiger als elektrische Akkumulatoren. Näheres siehe Sammlung Göschen, „Wasserturbinen“ II, § 15.

c) Bei Werkanlagen an großen Strömen kann man mit dem überschüssigen Wasser das Gefälle der vorhandenen Turbinen verstärken, indem man den betriebsmäßigen Unterwasserspiegel durch ejektorenartige Vorrichtungen künstlich absenkt, also im Turbinenabflußrohr ein verstärktes Vakuum herstellt. Hierher gehören die Ejektorenschützen von Saugey<sup>1)</sup>, der Gefällverstärker von Clemens Herschel<sup>2)</sup> und der von Danckwerts<sup>3)</sup>, ferner der Saughydropulsor, von dem in § 8 die Rede ist.

Noch besser wendet man einen das Oberwasser erhöhenden Druckhydropulsor an, worüber gleichfalls dort das Weitere zu finden.

3. Die Tabelle auf S. 116 zeigt, daß zu einer ausgiebigen hydraulischen Akkumulierung große Staubecken notwendig werden. Wo dieses unmöglich ist, greift man zur Wärmekraftreserve oder ordnet beides nebeneinander an. Bei Talsperrenanlagen ist die Maschinen-

---

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Turbinenwesen 1907, S. 185.

<sup>2)</sup> Siehe „Wasserturbinen“ II, S. 134.

<sup>3)</sup> Über weitere „Techn. Maßnahmen, um den Rückstau des Hochwassers für Wasserkraftanlagen unschädlich zu machen“ siehe die Broschüre von Danckwerts, 1909, Verlag von M. Krayn, Berlin W.

reserve besser ausgenützt als bei fehlendem Staubecken, wo sie oft nur für wenige Stunden in Gang gesetzt werden muß. Als Wärmemotoren eignen sich außer der gewöhnlichen Dampfmaschine besonders die Dampfturbine und der Verbrennungsmotor. Letzterer ist stets betriebsbereit, während bei den ersten beiden zunächst der Dampf erzeugt werden muß. Die Regulierung muß bei allen diesen Maschinen empfindlich sein.

4. Eine ausgezeichnete Reserve kann einer Wasserkraftanlage geschaffen werden, wenn es möglich ist, daß sie mit einer oder mehreren andern, womöglich klimatisch und hydrographisch verschiedenen Anlagen vereinigt wird zur „elektrischen Betriebsgemeinschaft“, wie dies erstmals die Kalifornische Gas- und Elektrizitätsgesellschaft unternommen hat. Dort griff z. B. bei einer Betriebsstörung in einem Werk ein anderes, das 560 km entfernt lag, erfolgreich ein. In ähnlich großem Umfang haben dies die Kander- und Hageneck-Werke in Bern bei ihrem Oberhasle-Projekt getan<sup>1)</sup>. Schon aus wirtschaftlichen Gründen muß es als ein Zukunftsideal des Wasserkraftausbaues für ein Land bezeichnet werden, daß innerhalb möglichst großer Gebietsteile, etwa von einigen hundert Kilometern Durchmesser, sämtliche elektrischen Kraftanlagen auf ein gemeinsames Netz arbeiten, welches den Verbrauchsspitzen und klimatischen Katastrophen des Einzelwerks den großen, ausgleichenden Rückhalt des Ganzen gegenüberstellt.

<sup>1)</sup> Schweiz. Bauzeitung LIII, S. 88.

# Sachregister.

- Abwasserkraftanlagen** 44.  
**Akkumulatorenzellen**  
115.  
**Algenwachstum in Kanälen** 80.  
**Ambursen-Gesellschaft**  
☞ 69.  
**Aufstau** 17.
- Beleuchtung des Maschinensaals** 107.  
**Besondere Bauten an der Wasserfernleitung** 108.  
**Betonkanal** 80.  
**Betriebseinrichtungen an Talsperren** 75.  
**Boden- und Wandflächen im Maschinensaal** 106.
- Dächer der Kraftstationen** 105.  
**Dammdrainierung** 82.  
**Dichtungskern** 75.  
**Dimensionierung der Staumauern** 71.  
**Doppelfallen** 61.  
**Dreifallen-Anlage** 58.  
**Druckstollen** 84.
- Eichpfähle** 112.  
**Einlaufbauwerk** 56.  
**Einteilung der W.-A.** 46.  
**Eisenbetonrohrleitung** ☞ 85.  
**Eisfallen** 61.  
**Ejektorenschützen von Saugey** 117.  
**Elektrische Betriebsgemeinschaft** 118.  
**Entnahmeanlage** 38, 56.  
— an Talsperren 76.  
**Erzeugung des elektrischen Stromes** 24.
- Fachbaum** 55.  
**Fachelwehr** 50.
- Fernleitung** 19.  
**Fischpässe** 55.  
**Fixpunkte** 76, 112.  
**Francisturbine** 21.  
**Freihängen** 23.  
**Freistrahlturbine** 20.  
**Fußbodenkonstruktion** 105.
- Gefälleverstärker** 117.  
**Geschiebesammler** 58.  
**Geschiebesperren** 75.  
**Gezeitenkraftanlagen** 44.  
**Gleichstrom** 23.  
**Größe der W.-A.** 40.  
**Grundwasserkraftanlage** 44.  
**Grüne Kohle** 42.
- Heberüberlauf bei San Giovanni Lupatoto** 89.  
**Heizung des Maschinensaals** 107.  
**Hochbau der Kraftstationen** 103.  
**Hochdruckanlagen** 49.  
**Hochdruck-Rohrbahn** 91.  
**Hochdruckstationen** 91, 101.  
**Hohlsperren** 69.  
**Holzabweiser** 55.  
**Holzbeschlächt** 80.  
**Hydraulische Auffüllung amerikanischer Dämme** 75.  
**Hydraulische Kraftreserve** 115.  
**Hydropulsoranlagen** 27, 31, 117.
- Isolierungsarbeiten** 105.
- Kanalauslauf** 18, 83.  
**Kanaleinlauf** 17. ☞  
**Kern River, W.-A.** 103.
- Klärbecken** 80.  
**Komotausperre** 72.  
**Konstituenten einer Wasserkraft** 10.  
**Kraftreserven** 114.  
**Kraftstation** 18, 90.  
**Kropfräder** 37.
- Lage der W.-A.** 42.  
**Lauffen a. N.** 5.  
**Leerlaufrohre** 88, 101.  
**Leerschuß, Leerschußanlage** 18, 87.  
**Lüftung des Maschinensaals** 108.
- Marklissa-Sperre** 72.  
**Maschinenhalle** 18.  
**Maschinenhaus** 17.  
**Moosburg, W.-A.** 98.
- Niederdruckanlagen** 48, 91, 95.  
**Niederdruckstationen** 95.
- Obergraben** 17.  
**Oberkanal** 17.  
**Oberlieger einer W.-A.** 18.  
**Offene Kanäle** 78.
- Pegel** 114.  
**Peltonturbine** 20.  
**Pfarrturbine** 20.  
**Prangschin, W.-A.** 74, 67.  
**PS-Faustformel** 11.
- Querschnitt durch ein festes Wehr** 55.
- Radstube** 95.  
**Raumbemessung für die Maschinen** 106.  
**Registrierpegel** 113.  
**Relativ günstigstes Kanalprofil** 77.

- Retention 116.  
 Rinngefälle 77, 78.  
 Rohgefälle 17.  
 Rohrbahn 17.  
 Rückmarken 112.  
 Rückstau 17.  
 Salto de Bolarque, W.-A. 68.  
 San Giovanni Lupatoto, Heberüberlauf 89.  
 Saugrohr 23, 99.  
 Schaltbühne 19.  
 Schalthaus 19, 94.  
 Schema einer W.-A. 16.  
 Schiefes Wehr 51.  
 Schleusenkraftwerk 97.  
 Schußtinnen 88.  
 Schützenwehr 60.  
 Schwamkrugturbine 20.  
 Sektorwehr 61.  
 Selbstschreibende Pegel 113.  
 Selbsttätige Heber 88.  
 Sicherheitszeichen 112.  
 Sickergräben 83.  
 Sillwerk, W.-A. 92, 103.  
 Spiegelschleuse 50, 58.  
 Standrohre, Stand-schächte 90.  
 Statistik der Wasser-kraftanlagen 49.  
 Staudämme 73.  
 Staumauern 69.  
 Stauräume 116.  
 Stehende Aggregate (mit Hochspannung) 95.  
 Stollen 83.  
 Stoneywehr 61.  
 Streichwände 55.  
 Streichwehr 51, 88.  
 Stromwehr 59.  
 Svälgfos, W.-A. 99.  
 Tacherting, W.-A. 100.  
 Talsperren 66.  
 Tauchbalken 55.  
 Toleranz 88.  
 Toskammern 87.  
 Trollhättan, W.-A. 99.  
 Turbinenkammern mit Heberwirkung 97.  
 Übereich 88.  
 Unterlieger einer W.-A. 18.  
 Urft-Sperre 71.  
 Verbundturbine 20.  
 Vorkommen der W.-A. 10.  
 Walzenwehr 64.  
 Wandungsgeschwindig-keit 80.  
 Wärmekraftreserve 117.  
 Wasserfernleitung 18, 38 76.  
 Wasserkraft 10.  
 Wasserkraftanlagen im allgemeinen 28.  
 Wasserkraftanlagen im engeren Sinn 38.  
 Wasserkraftverbraucher 13.  
 Wassernutzungsanlagen 26.  
 Wasserperioden 12.  
 Wasserradanlagen 28, 34.  
 Wasserrückgabe 39.  
 Wassersäulenmaschinen 28, 34.  
 Wasserschloß 85.  
 Wasserstandanzeiger 106.  
 Wasserturbinen 19, 39.  
 Wasserturbinenanlagen 28.  
 Wechselstrom 23.  
 Wehre 50.  
 Weiße Kohle 42.  
 Wellenkraftanlagen 44.  
 Werkgerinne 76.  
 Widderanlagen 28.  
 Wiesberg, W.-A. 20.  
 Zeilenwehre 50.  
 Zellenräder 36.  
 Zerstäuber 103.

# Rechenstab für Wasserbau

D. R. G. M. (System Kaumann) D. R. G. M.

## Unentbehrl. für alle Projektarbeiten!

31 Rechenarten: 1. Formel von Ganguillet-Kutter, 2. Bazin, 3.—4. geschlossene Kanalprofile und Materialbedarf, 5. offene Profile, 6. Böschungslängen, 7.—8. Überläufe, 9.—11. Auslässe, 12. Druckhöhen, 13. Weisbach, 14.—15. Staupformeln, 16. Schütztafeln, 17. Bohlen, Balken, 18. Nadeln, 19. Spundwände, 20.—22. Schleusentore, 23. Schleusungszeiten, 24. Ufermauern, 25. Staumauern, 26. Rammformel, 27.—28. Holzpfähle, 29.—30. Eisenpfähle, 31. gewöhnlicher Rechenstab  $\times^2$ ,  $\times^3$ ,  $\sin \times$ ,  $\tan \times$ .

Prima Ausführung! Preis 18 M., einschl. Gebrauchsanweisung.

**Gebr. Wichmann, Berlin NW 6, Karlstr. 13**

Ausführliche Prospekte!

Hauptkatalog gratis!

# Hydrotechn. Rechenschieber „Turbo“

von Ingenieur Holl.

Vorzügliches Hilfsmittel zum Berechnen von Wasserturbinen, zum Entwerfen von Wasserkraftanlagen, hydroelektrischen Zentralen usw. Unentbehrlich für Turbinen-Konstrukteure, Elektro-Ingenieure, Wasserbau-Ingenieure usw. Der Rechenschieber „Turbo“ läßt sich auch zu den gewöhnl. Rechnungsarten (Multiplizieren, Dividieren, Wurzelziehen usw.) verwenden.

**Ausführliche Prospekte zu Diensten!**

**Albert Martz, Stuttgart**

Fabrik von Zeichen- und Malartikel für Schule u. Technik



# Sammlung

Jeder Band  
in Leinw. geb.

90 Pf.

# Göschel

## Verzeichnis der bis jetzt erschienenen Bände.

- Abwässer.** Wasser und Abwässer. Ihre Zusammensetzung, Beurteilung u. Untersuchung von Professor Dr. Emil Haezelhoff, Vorsteher der landw. Versuchsstation in Marburg in Hessen. Nr. 473.
- Ackerbau- u. Pflanzenbaulehre** v. Dr. Paul Rippert i. Essen u. Ernst Langenbeck, Gr.-Lichterfelde. Nr. 232.
- Agrarwesen und Agrarpolitik** von Prof. Dr. W. Wygodzinski in Bonn. 2 Bändchen. I: Boden u. Unternehmung. Nr. 592.
- II: Kapital u. Arbeit in der Landwirtschaft. Bewertung der landwirtschaftl. Produkte. Organisation des landwirtschaftl. Berufsstandes. Nr. 593.
- Agrikulturchemie I: Pflanzenernährung** v. Dr. Karl Grauer. Nr. 329.
- Agrikulturchemische Kontrollwesen, Das,** v. Dr. Paul Kriehle in Leopoldshall-Staßfurt. Nr. 304.
- **Untersuchungsmethoden** von Prof. Dr. Emil Haezelhoff, Vorsteher der landwirtschaftl. Versuchsstation in Marburg in Hessen. Nr. 470.
- Akkumulatoren, Die, für Elektrizität** v. Kais. Reg.-Rat Dr.-Ing. Richard Albrecht in Berlin-Zehlendorf. Mit 52 Figuren. Nr. 620.
- Akustik. Theoret. Physik I: Mechanik u. Akustik.** Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an d. Techn. Hochschule in Wien. Mit 19 Abb. Nr. 76.
- **Musikalische,** von Professor Karl L. Schäfer in Berlin. Mit 36 Abbild. Nr. 21.
- Algebra. Arithmetik und Algebra** von Dr. H. Schubert, Professor an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 47.
- Algebra. Beispielsammlung z. Arithmetik und Algebra** von Dr. Herm. Schubert, Prof. a. d. Gelehrtenschule d. Johanneums i. Hamburg. Nr. 48.
- Algebraische Kurven** v. Eugen Beutel. Oberreallehrer in Baihingen-Enz, I: Kurvendiskussion. Mit 57 Fig. im Text. Nr. 435.
- II: Theorie u. Kurven dritter u. vierter Ordnung. Mit 52 Fig. im Text. Nr. 436.
- Alpen, Die,** von Dr. Rob. Sieger, Professor an der Universität Graz. Mit 19 Abb. u. 1 Karte. Nr. 129.
- Althochdeutsche Literatur mit Grammatik, Übersetzung u. Erläuterungen** v. Th. Schauffler, Prof. am Realgymnasium in Ulm. Nr. 28.
- Alttestamentl. Religionsgeschichte** von D. Dr. Max Löhner, Professor an der Universität Königsberg. Nr. 292.
- Amphibien. Das Tierreich III: Reptilien u. Amphibien** v. Dr. Franz Werner, Prof. an der Universität Wien. Mit 48 Abbild. Nr. 383.
- Analyse, Techn.-Chem.,** von Dr. G. Lunge, Prof. a. d. Eidgen. Polytechnischen Schule in Zürich. Mit 16 Abb. Nr. 195.
- Analysis, Höhere, I: Differentialrechnung.** Von Dr. Frdr. Junfer, Rektor des Realgymnasiums u. der Oberrealschule in Göppingen. Mit 68 Figuren. Nr. 87.
- **Repetitorium und Aufgabensammlung zur Differentialrechnung** von Dr. Frdr. Junfer, Rektor d. Realgymnas. u. d. Oberrealsch. in Göppingen. Mit 46 Fig. Nr. 146.

- Analysis, Höhere, II: Integralrechnung.** Von Dr. Friedr. Junfer, Rektor des Realgymnasiums u. d. Oberrealschule in Göppingen. Mit 89 Figuren. Nr. 88.
- **Repetitorium und Aufgabensammlung zur Integralrechnung** v. Dr. Friedr. Junfer, Rekt. d. Realgymnas. und der Oberrealschule in Göppingen. Mit 50 Fig. Nr. 147.
- **Niedere**, von Prof. Dr. Benedikt Sporer in Ehingen. Mit 5 Fig. Nr. 53.
- Arbeiterfrage, Die gewerbliche**, von Werner Sombart, Prof. an der Handelshochschule Berlin. Nr. 209.
- Arbeiterversicherung** siehe: Sozialversicherung.
- Archäologie** von Dr. Friedrich Koepf, Prof. an der Universität Münster i. W. 3 Bändchen. Nr. 28 Abb. im Text u. 40 Tafeln. Nr. 538/40.
- Arithmetik u. Algebra** von Dr. Herm. Schubert, Prof. a. d. Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 47.
- **Beispielsammlung zur Arithmetik und Algebra** von Dr. Herm. Schubert, Prof. a. d. Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 48.
- Armeepferd, Das**, und die Versorgung der modernen Heere mit Pferden v. Felix von Dammig, General der Kavallerie z. D. u. ehemal. Preuß. Remonteinспекteur. Nr. 514.
- Armenwesen und Armenfürsorge.** Einführung in d. soziale Hilfsarbeit v. Dr. Adolf Weber, Prof. an der Handelshochschule in Köln. Nr. 346.
- Arzneimittel, Neuere**, ihre Zusammensetzung, Wirkung und Anwendung von Dr. med. C. Bachem, Professor der Pharmakologie an der Universität Bonn. Nr. 669.
- Ästhetik, Allgemeine**, von Prof. Dr. Max Diez, Lehrer a. d. Kgl. Akademie d. bild. Künste in Stuttgart. Nr. 300.
- Astronomie, GröÙe**, Bewegung u. Entfernung der Himmelskörper v. A. F. Möbius, neu bearb. von Dr. Herm. Kobold, Prof. an der Universität Kiel. I: Das Planetensystem. Mit 33 Abbildungen. Nr. 11.
- **II: Kometen, Meteore u. das Sternsystem.** Mit 15 Figuren und 2 Sternkarten. Nr. 529.
- Astronomische Geographie** von Dr. Siegm. Günther, Professor an der Technischen Hochschule in München. Mit 52 Abbildungen. Nr. 92.
- Astrophysik.** Die Beschaffenheit der Himmelskörper v. Prof. W. F. Wislicenus. Neu bearbeitet von Dr. H. Lubendorff in Potsdam. Mit 15 Abbild. Nr. 91.
- Atherische Öle und Riechstoffe** von Dr. F. Rochussen in Wittiz. Mit 9 Abbildungen. Nr. 446.
- Aufsatzentwürfe** v. Oberstudienrat Dr. L. W. Straub, Rektor des Eberhard-Ludwigs-Gymnas. i. Stuttg. Nr. 17.
- Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate** von Wilh. Weitbrecht, Prof. der Geodäsie in Stuttgart. 2 Bändchen. Mit 16 Figuren. Nr. 302 u. 641.
- Außereuropäische Erdteile, Länderkunde der**, von Dr. Franz Heiderich, Professor an der Exportakademie in Wien. Mit 11 Textkärtchen und Profilen. Nr. 63.
- Australien.** Landeskunde u. Wirtschaftsgeschichte des Festlandes Australiens von Dr. Kurt Hassert, Prof. d. Geographie an d. Handelshochschule in Köln. Mit 8 Abb., 6 graph. Tab. u. 1 Karte. Nr. 319.
- Autogenes Schweiß- und Schneidverfahren** von Ingen. Hans Niese in Kiel. Mit 30 Figuren. Nr. 499.
- Bade- u. Schwimmanstalten, Öffentliche**, v. Dr. Karl Wolff, Stadtoberbaur., Hannover. Nr. 50 Fig. Nr. 380.
- Baden.** Badische Geschichte von Dr. Karl Brunner, Prof. am Gymnas. in Pforzheim u. Privatdozent der Geschichte an der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Nr. 230.
- **Landeskunde von Baden** von Prof. Dr. D. Rieniiz i. Karlsruhe. Mit Profil, Abb. u. 1 Karte. Nr. 199.
- Bahnhöfe.** Hochbauten der Bahnhöfe v. Eisenbahnbauinspekt. C. Schwab, Vorstand d. Kgl. E.-Hochbauinspektion Stuttgart II. I: Empfangsgebäude. Nebengebäude. Güterschuppen. Lokomotivschuppen. Mit 91 Abbildungen. Nr. 515.
- Balkanstaaten.** Geschichte d. christlichen Balkanstaaten (Vulgarien, Serbien, Rumänien, Montenegro, Griechenland) von Dr. K. Roth in Rempten. 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** v. Archit. Emil Beutinger, Assistent an d. Techn. Hochschule in Darmstadt. M. 25 Fig. u. 11 Tabell. Nr. 399.
- Baukunst, Die, des Abendlandes v. Dr. R. Schäfer, Assist. a. Gewerbe-museum, Bremen. Mit 22 Abb. Nr. 74.**
- **des Schulhauses v. Prof. Dr.-Ing. Ernst Bettelein, Darmstadt. I: Das Schulhaus. M. 38 Abb. Nr. 443.**
- **II: Die Schulräume — Die Nebenanlagen. M. 31 Abb. Nr. 444.**
- Bausteine. Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels** von Dr. G. Rauter in Charlottenburg. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.
- Baustoffkunde, Die, v. Prof. S. Haberstrof, Oberl. a. d. Herzogl. Bau-gewerkschule Holzminde. Mit 36 Abbildungen. Nr. 506.**
- Bayern. Bayerische Geschichte** von Dr. Hans Odel in Augsburg. Nr. 160.
- **Landeskunde des Königreichs Bayern v. Dr. W. Götz, Prof. a. d. Kgl. Techn. Hochschule München. M. Profil., Abb. u. 1 Karte. Nr. 176.**
- Befestigungswesen. Die geschichtliche Entwicklung des Befestigungswesens vom Aufkommen der Pulvergeschütze bis zur Neuzeit** von Reuleaux, Major b. Stabe d. 1. Westpreuß. Pionierbataill. Nr. 17. Mit 30 Bildern. Nr. 569.
- Beschwerderecht. Das Disziplinar- u. Beschwerderecht für Heer u. Marine v. Dr. Max E. Mayer, Prof. a. d. Univ. Straßburg i. E. Nr. 517.**
- Betriebskraft, Die zweckmäßigste, von Friedr. Barth, Oberingen. in Nürnberg. 1. Teil: Einleitung. Dampf-kraftanlagen. Verschied. Kraft-maschinen. M. 27 Abb. Nr. 224.**
- **II: Gas-, Wasser- u. Wind-kraftanlagen. M. 31 Abb. Nr. 225.**
- **III: Elektromotoren. Betriebs-kostentabellen. Graph. Darstell. Wahl d. Betriebskraft. M. 27 Abb. Nr. 474.**
- Bewegungsspiele v. Dr. C. Kohlrausch, Prof. am Kgl. Kaiser Wilhelms-Gymn. zu Hannover. M. 15 Abb. Nr. 96.**
- Bleicherei. Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe v. Dr. Wilh. Massot, Prof. a. d. Preuß. höh. Fachschule für Textilindustrie in Krefeld. Mit 28 Fig. Nr. 186.**
- Blütenpflanzen, Das System der, mit Ausschluß der Gymnospermen** von Dr. R. Pilger, Kustos an Kgl. Botanischen Garten in Berlin-Dahlem. Mit 31 Figuren. Nr. 393.
- Bodenkunde** von Dr. B. Bigeler in Königsberg i. Pr. Nr. 455.
- Bolivia. Die Cordillereintaaten** von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. I: Einleitung, Bolivia u. Peru. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 652.
- Brandenburg. Preussische Geschichte** von Prof. Dr. M. Thamm, Dir. des Kaiser Wilhelms-Gymnasiums in Montabaur. Nr. 600.
- Brasilien. Landeskunde der Republik Brasilien** von Bel Rodolpho von Jhering. Mit 12 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 373.
- Brauereiwesen I: Mälzerei** von Dr. Paul Dreverhoff, Dir. der Brauer-u. Mälzerschule zu Grimma. Mit 16 Abbildungen. Nr. 303.
- Britisch-Nordamerika. Landeskunde** von Britisch-Nordamerika v. Prof. Dr. A. Doppel in Bremen. Mit 13 Abb. und 1 Karte. Nr. 284.
- Buchführung in einfachen u. doppelten Posten v. Prof. Rob. Stern, Oberl. d. Öffentl. Handelslehre u. Doz. d. Handelshochschule zu Leipzig. M. vielen Formul. Nr. 115.**
- Buddha** von Professor Dr. Edmund Harby. 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. R. Roth in Kempten. Nr. 190.
- Chemie, Allgemeine u. physikalische, von Dr. Max Rudolphi, Prof. an der Techn. Hochschule in Darmstadt. Mit 22 Figuren. Nr. 71.**

- Chemie, 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 Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I: Von den ältesten Zeiten bis z. Verbrennungstheorie von Lavoisier. Nr. 264.
- II: Von Lavoisier bis zur Gegenwart. Nr. 265.
- **der Kohlenstoffverbindungen** von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium d. Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I. II: Aliphatische Verbindungen. 2 Teile. Nr. 191. 192.
- III: Karbochlyische Verbindungen. Nr. 193.
- IV: Heterochlyische Verbindungen. Nr. 194.
- **Organische**, von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 38.
- **Pharmazeutische**, von Privatdozent Dr. F. Mannheim in Bonn. 4 Bändchen. Nr. 543/44, 588 u. 682.
- **Physiologische**, von Dr. med. A. Legahn in Berlin. I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.
- II: Dissimilation. Nr. 1 Tafel. Nr. 241.
- **Toxikologische**, von Privatdozent Dr. F. Mannheim in Bonn. Mit 6 Abbildungen. Nr. 465.
- Chemische Industrie, Anorganische**, von Dr. Gust. Kauter in Charlottenburg. I: Die Leblanchindustrie und ihre Nebenzweige. Mit 12 Tafeln. Nr. 205.
- II: Salinenwesen, Kalisalze, Düngerindustrie u. Verwandtes. Mit 6 Tafeln. Nr. 206.
- III: Anorganische chemische Präparate. Nr. 6 Taf. Nr. 207.
- Chemische Technologie, Allgemeine**, von Dr. Gust. Kauter in Charlottenburg. Nr. 113.
- Chemisch-Technische Analyse** von Dr. G. Lunge, Prof. an der Eidgen. 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. und das äthiop. Schrifttum. — Das christl. Schrifttum d. Armenier und Georgier. Nr. 528.
- Colombia. Die Cordillerenstaaten** von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. II: Ecuador, Colombia u. Venezuela. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 653.
- Cordillerenstaaten, Die**, von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. I: Einleitung, Bolivia u. Peru. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 652.
- II: Ecuador, Colombia u. Venezuela. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 653.
- Dampfkessel, Die**. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium u. den praktischen Gebrauch von Oberingenieur Friedr. Barth in Nürnberg. I: Kesselsysteme und Feuerungen. Mit 43 Fig. Nr. 9.
- II: Bau und Betrieb der Dampfkessel. M. 57 Fig. Nr. 521.
- Dampfmaschinen, Die**. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedr. Barth, Oberingenieur in Nürnberg. 2 Bdchn. I: Wärmetheoretische und dampftechnische Grundlagen. Mit 64 Fig. Nr. 8.
- II: Bau und Betrieb der Dampfmaschinen. Mit 109 Fig. Nr. 572.
- Dampfturbinen, Die**, ihre Wirkungsweise u. Konstruktion von Ingen. 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** von B. B. Fischer, Oberl. a. d. Oberrealsch. z. Großlichterfelde. Nr. 402.
- Deutsche Altertümer** von Dr. Franz Fuhs, Dir. d. städt. Museums in Braunschweig. M. 70 Abb. Nr. 124.

- Deutsche Fortbildungsschulwesen, Das,** nach seiner geschichtlichen Entwicklung u. in seiner gegenwärt. Gestalt von H. Sierds, Revisor gewerbl. Fortbildungsschulen in Schleswig. Nr. 392.
- Deutsches Fremdwörterbuch** von Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 273.
- Deutsche Geschichte** von Dr. F. Kurze, Prof. a. Königl. Luisengymnas. in Berlin. I: Mittelalter (bis 1519) Nr. 33.
- II: Zeitalter der Reformation und der Religionskriege (1517 bis 1648). Nr. 34.
- III: Vom Westfälischen Frieden bis zur Auflösung des alten Reichs (1648—1806). Nr. 35.
- siehe auch: Quellenkunde
- Deutsche Grammatik und kurze Geschichte** der deutschen Sprache von Schulrat Prof. Dr. D. Lyon in Dresden. Nr. 20.
- Deutsche Handelskorrespondenz** von Prof. Th. de Beau, Officier de l'Instruction Publique. Nr. 182.
- Deutsches Handelsrecht** von Dr. Karl Lehmann, Prof. an der Universität Göttingen. 2 Bde. Nr. 457 u. 458.
- Deutsche Heldensage, Die,** von Dr. Otto Luitpold Jiriczek, Prof. an d. Univ. Würzburg. Mit 5 Tafeln. Nr. 32.
- Deutsche Kirchenlied, Das,** in seinen charakteristischen Erscheinungen ausgewählt v. D. Friedrich Spitta, Prof. a. d. Universität in Straßburg i. E. I: Mittelalter u. Reformationszeit. Nr. 602.
- Deutsches Kolonialrecht** von Prof. Dr. H. Edler von Hoffmann, Studien-director der Akademie für kommunale Verwaltung in Düsseldorf. Nr. 318.
- Deutsche Kolonien. I: Togo und Kamerun** von Prof. Dr. R. Dove. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 441.
- II: Das Südseegebiet und Niua-tou von Prof. Dr. R. Dove. Mit 16 Tafeln u. 1 lith. Karte. Nr. 520.
- III: Ostafrika von Prof. Dr. R. Dove. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 567.
- IV: Südwestafrika von Prof. Dr. R. Dove. Mit 16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 637.
- Deutsche Kulturgeschichte** von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.
- Deutsches Leben im 12. u. 13. Jahrhundert.** Realcommentar zu den Volks- u. Kunstepen u. zum Minnefang. Von Prof. Dr. Jul. Dieffenbacher in Freiburg i. B. I: Öffentliches Leben. Mit zahlreichen Abbildungen. Nr. 93.
- II: Privatleben. Mit zahlreichen Abbildungen. Nr. 328.
- Deutsche Literatur des 13. Jahrhunderts.** Die Epigonen d. höfischen Epos. Auswahl a. deutschen Dichtungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junf, Aktuaris der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Nr. 289.
- Deutsche Literaturdenkmäler des 14. u. 15. Jahrhunderts.** Ausgewählt und erläutert von Dr. Hermann Jansen, Direktor d. Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 181.
- Deutsche Literaturdenkmäler des 16. Jahrhunderts. I: Martin Luther u. Thom. Murner.** Ausgewählt u. mit Einleitungen u. Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.
- II: Hans Sachs. Ausgewählt u. erläutert v. Prof. Dr. F. Sahr. Nr. 24.
- III: Von Brant bis Rollenhagen: Brant, Gutten, Fischart, sowie Tierepos u. Fabel. Ausgew. u. erläutert. von Prof. Dr. Julius Sahr. Nr. 36.
- des 17. und 18. Jahrhunderts bis Klopstock. I: Lhrk von Dr. Paul Legband in Berlin. Nr. 364.
- II: Prosa v. Dr. Hans Legband in Kassel. Nr. 365.
- Deutsche Literaturgeschichte** von Dr. Max Koch, Prof. an der Universität Breslau. Nr. 31.
- der Klassikerzeit v. Carl Weitbrecht, durchgesehen u. ergänzt v. Karl Berger. Nr. 161.
- des 19. Jahrhunderts von Carl Weitbrecht, neu bearbeitet von Dr. Rich. Weitbrecht in Wimpfen. I. II. Nr. 134. 135.
- Deutschen Mundarten, Die,** von Prof. Dr. H. Reis in Mainz. Nr. 605.
- Deutsche Mythologie. Germanische Mythologie** von Dr. Eugen Mogk, Prof. a. d. Univers. Leipzig. Nr. 15.

- Deutschen Personennamen, Die, v. Dr. Rud. Kleinpaul i. Leipzig. Nr. 422.**
- Deutsche Poetik von Dr. R. Borinski, Prof. a. d. Univ. München. Nr. 40.**
- Deutsche Rechtsgeschichte v. Dr. Richard Schröder, Prof. a. d. Univerf. Heidelberg. I: Bis z. Mittelalter. Nr. 621.**  
 — II: Die Neuzeit. Nr. 664.
- Deutsche Redelehre von Hans Probst, Gymnasialprof. i. Bamberg. Nr. 61.**
- Deutsche Schule, Die, im Auslande von Hans Amrhein, Seminaroberlehrer in Rhenldt. Nr. 259.**
- Deutsches Seerecht v. Dr. Otto Brandis, Oberlandesgerichtsrat in Hamburg. I: Allgem. Lehren: Personen u. Sachen d. Seerechts. Nr. 386.**  
 — II: Die einz. seerechtl. Schuldverhältnisse: Verträge des Seerechts u. außervertragliche Haftung. Nr. 387.
- Deutsche Stadt, Die, und ihre Verwaltung. Eine Einführung i. d. Kommunalpolitik d. Gegenw. Herausgeg. v. Dr. Otto Most, Beigeordn. d. Stadt Düsseldorf. I: Verfassung u. Verwaltung im allgemeinen; Finanzen und Steuern; Bildungs- und Kunstpflege; Gesundheitspflege. Nr. 617.**  
 — II: Wirtschaftsf. u. Sozialpolitik. Nr. 662.  
 — III: Technik: Städtebau, Tief- u. Hochbau. Mit 48 Abb. Nr. 663.
- Deutsche Stammeskunde v. Dr. Rud. Much, a. v. Prof. a. d. Univ. 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 Ludau. I: Von Anfang an bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. Nr. 275.**  
 — II: Vom Beginn d. 19. Jahrh. bis auf die Gegenwart. Nr. 276.
- Deutsche Urheberrecht, Das, an literarischen, künstlerischen u. gewerblichen Schöpfungen, mit besonderer Berücksichtigung der internat. Verträge v. Dr. Gust. Rauter, Patentanwalt in Charlottenburg. Nr. 263.**
- Deutsche Volkslied, Das, ausgewählt u. erläutert von Prof. Dr. Jul. Sahr. 2 Bändchen. Nr. 25 u. 132.**
- Deutsche Wehrverfassung von Karl Endres, Geheimer Kriegsrat u. vortragender Rat im Kriegsministerium in München. Nr. 401.**
- Deutsches Wörterbuch v. Dr. Richard Goewe. Nr. 64.**
- Deutsche Zeitungswesen, Das, von Dr. Robert Brunhuber in Köln a. Rh. Nr. 400.**
- Deutsches Zivilprozessrecht von Prof. Dr. Wilhelm Risch in Straßburg i. E. 3 Bände. Nr. 428—430.**
- Deutschland in römischer Zeit von Dr. Franz Cramer, Provinzialschulrat zu Münster i. W. Mit 23 Abbildungen. Nr. 633.**
- Dichtungen aus mittelhochdeutscher Frühzeit. In Ausw. mit Einltg. u. Wörterb. herausgeg. v. Dr. Herm. Janßen, Direktor d. Königin Luise-Schule i. Königsberg i. Pr. Nr. 137.**
- Dietricheven. Rudrun und Dietrich-even. Mit Einleitung u. Wörterbuch von Dr. O. L. Friczel, Prof. a. d. Universität Würzburg. Nr. 10.**
- Differentialrechnung von Dr. Friedr. Junker, Rektor d. Realgymnasiums u. der Oberrealschule in Göppingen. Mit 68 Figuren. Nr. 87.**  
 — Repetitorium u. Aufgabensammlung zur Differentialrechnung von Dr. Friedr. Junker, Rektor d. Realgymnasiums u. d. Oberrealschule in Göppingen. Mit 46 Fig. Nr. 146.
- Drogenkunde von Rich. Dorstewich in Leipzig und Georg Ottersbach in Hamburg. Nr. 413.**
- Druckwasser- und Druckluft-Anlagen. Pumpen, Druckwasser- u. Druckluft-Anlagen von Dipl.-Ing. Rudolf Bogdt, Regierungsbaumstr. a. D. in Aachen. Mit 87 Fig. Nr. 290.**
- Ecuador. Die Cordillerenstaaten von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. II: Ecuador, Colombia u. Venezuela. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 653.**
- Ebdalieder mit Grammatik, Übersetzg. u. Erläuterungen von Dr. Wilhelm Ranisch, Gymnasialoberlehrer in Osnabrück. Nr. 171.**
- Eisenbahnbau. Die Entwicklung des modernen Eisenbahnbaues v. Dipl. Ing. Alfred Virk, o. ö. Prof. a. d. k. k. Deutschen Techn. Hochschule in Prag. Mit 27 Abbild. Nr. 553.**
- Eisenbahnbetrieb, Der, v. C. Scheidner, Königl. Oberbaurat a. D. in Berlin. Mit 3 Abbildgn. Nr. 676.**

- Eisenbahnen, Die Linienführung der**, von H. Wegele, Professor an der Techn. Hochschule in Darmstadt. Mit 52 Abbildungen. Nr. 623.
- Eisenbahnfahrzeuge** von H. Hinmenthal, Regierungsbaumeister u. Oberingen. in Hannover. I: Die Lokomotiven. Mit 89 Abbild. im Text und 2 Tafeln. Nr. 107.
- II: Die Eisenbahnwagen und Bremsen. Mit Anh.: Die Eisenbahnfahrzeuge im Betrieb. Mit 56 Abb. im Text u. 3 Taf. Nr. 108.
- Eisenbahnpolitik. Geschichte d. deutschen Eisenbahnpolitik v. Betriebsinspektor Dr. Edwin Koch in Karlsruhe i. B.** Nr. 533.
- Eisenbahnverkehr, Der**, v. Kgl. Eisenbahn-Rechnungsdirektor Th. Wilbrand in Berlin-Friedenau. Nr. 618.
- Eisenbetonbau, Der**, v. Reg.-Baumstr. Karl Köhle. Mit 75 Abbildungen. Nr. 349.
- Eisenbetonbrücken** von Dr.-Ing. A. W. Schreckerle in Stuttgart. Mit 104 Abbildungen. Nr. 827.
- Eisenhüttenkunde** von A. Krauß, dipl. Hütteningenieur. I: Das Roheisen. Mit 17 Fig. u. 4 Taf. Nr. 152.
- II: Das Schmiedeeisen. Nr. 25 Fig. u. 5 Taf. Nr. 153.
- Eisenkonstruktionen im Hochbau** von Ingen. Karl Schindler in Weissen. Mit 115 Figuren. Nr. 322.
- Eiszeitaler, 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, Gekrümmte Träger.** Von Dr.-Ing. Max Enßlin, Prof. a. d. Kgl. Bau- und Gewerkschule Stuttgart und Privatdozent a. d. Techn. Hochschule Stuttgart. Mit 60 Abbild. Nr. 519.
- Elektrischen Meßinstrumente, Die**, von F. Herrmann, Prof. an der Techn. Hochschule in Stuttgart. Mit 195 Figuren. Nr. 477.
- Elektrische Telegraphie, Die**, von Dr. Lub. Kellstab. Mit 19 Fig. Nr. 172.
- Elektrizität. Theoret. Physik III: Elektrizität u. Magnetismus** von Dr. Gust. Jäger, Prof. a. d. Techn. Hochschule in Wien. Mit 33 Abbildgn. Nr. 78.
- Elektrochemie** von Dr. Heint. Danneel in Genf. I: Theoretische Elektrochemie u. ihre physikalisch-chemischen Grundlagen. Mit 16 Fig. Nr. 252.
- II: Experiment. Elektrochemie, Meßmethoden, Leisefähigkeit, Lösungen. Mit 26 Fig. Nr. 253.
- Elektromagnet. Lichttheorie. Theoret. Physik IV: Elektromagnet. Lichttheorie u. Elektronik** von Professor Dr. Gust. Jäger in Wien. Mit 21 Figuren. Nr. 374.
- Elektrometallurgie** von Dr. Friedrich Regelsberger, Kaiserl. Reg.-Rat in Steglitz-Berlin. Nr. 16 Fig. Nr. 110.
- Elektrotechnik. Einführung in die Starkstromtechnik** v. F. Herrmann, Prof. d. Elektrotechnik an der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I: Die physikalischen Grundlagen. Mit 95 Fig. u. 16 Taf. Nr. 196.
- II: Die Gleichstromtechnik. Mit 118 Fig. und 16 Taf. Nr. 197.
- III: Die Wechselstromtechnik. Mit 154 Fig. u. 16 Taf. Nr. 198.
- IV: Die Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie. Mit 96 Figuren u. 16 Tafeln. Nr. 657.
- Elektrotechnik. Die Materialien des Maschinenbaues und der Elektrotechnik** von Ingenieur Prof. Hermann Wilda in Bremen. Mit 3 Abbildgn. Nr. 476.
- Elfaß-Lothringen, Landeskunde** von, v. Prof. Dr. R. Langenbeck in Straßburg i. E. Mit 11 Abbild. u. 1 Karte. Nr. 215.
- Englisch-deutsches Gesprächsbuch** von Prof. Dr. E. Hausknecht in Lausanne. Nr. 424.
- Englische Geschichte** v. Prof. L. Gerber, Oberlehrer in Düsseldorf. Nr. 375.
- Englische Handelskorrespondenz** von E. E. Whitfield, M. A., Oberlehrer an King Edward VII Grammar School in King's Lynn. Nr. 237.
- Englische Literaturgeschichte** von Dr. Karl Weiser in Wien. Nr. 69.
- Grundzüge und Haupttypen d. englischen Literaturgeschichte von Dr. Arnold M. M. Schröder, Prof. an der Handelshochschule in Köln. 2 Teile. Nr. 286, 287.
- Englische Phonetik mit Lesestücken** von Dr. A. E. Dunstan, Lektor an der Universität Königsberg i. Preußen. Nr. 601.

- Entwicklungsgeschichte der Tiere** von Dr. Johannes Meisenheimer, Prof. der Zoologie an der Universität Jena. I: Furchung, Primitivanlagen, Larven, Formbildung, Embryonalhüllen. Mit 48 Fig. Nr. 378.
- II: Organbildung. Mit 46 Fig. Nr. 379.
- Epionen, Die, des hösischen Epos.** Auswahl aus deutschen Dichtungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junf, Aktuarius d. Kaiserl. Akad. der Wissenschaften in Wien. Nr. 289.
- Erbrecht.** Recht des Bürgerl. Gesetzbuches. Fünftes Buch: Erbrecht von Dr. Wilhelm von Blume, ord. Prof. der Rechte an der Univ. Tübingen. I. Abtheilung: Einleitung. — Die Grundlagen des Erbrechts. II. Abtheilung: Die Nachlassbetheiligten. Mit 23 Figuren. Nr. 659/60.
- Erbbau** von Reg.-Baum. Erwin Linf in Stuttgart. Mit 72 Abbild. Nr. 630.
- Erdmagnetismus, Erdstrom u. Polarlicht** von Dr. A. Rippsolt, Mitglied des Königl. Preussischen Meteorologischen Instituts in Potsdam. Mit 7 Tafeln und 16 Figuren. Nr. 175.
- Erteile, Länderkunde der außereuropäischen,** von Dr. Franz Heiderich, Prof. a. d. Exortakad. in Wien. Mit 11 Textärtchen u. Profilen. Nr. 63.
- Ernährung und Nahrungsmittel** von Oberstabsarzt Professor S. Bischoff in Berlin. Mit 4 Abbild. Nr. 464.
- Ethik** von Prof. Dr. Thomas Achelis in Bremen. Nr. 90.
- Eurova, Länderkunde von,** von Dr. Franz Heiderich, Prof. a. d. Exortakademie in Wien. Mit 14 Textärtchen u. Diagrammen u. einer Karte der Alpenabtheilung. Nr. 62.
- Exkursionsflora von Deutschland** zum Bestimmen d. häufigeren i. Deutschland wildwachsenden Pflanzen von Dr. W. Mikula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. 2 Teile. Mit je 50 Abbildungen. Nr. 268 und 269.
- Experimentalphysik** v. Prof. R. Lang in Stuttgart. I: Mechanik der festen, flüssigen und gasigen Körper. Mit 125 Figuren. Nr. 611.
- Explosivstoffe.** Einführung in d. Chemie der explosiven Vorgänge von Dr. S. Brunswig in Steglitz. Mit 6 Abbild. und 12 Tab. Nr. 333.
- Familienrecht. Recht d. Bürgerlichen Gesetzbuches.** Viertes Buch: Familienrecht von Dr. Heinrich Tixe, Prof. a. d. Univ. Göttingen. Nr. 305.
- Färberei. Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe** von Dr. Wilhelm Massot, Prof. an der Preussischen höheren Fachschule f. Textilindustrie in Krefeld. Mit 28 Fig. Nr. 186.
- Feldgeschütz, Das moderne, v. Oberstleutnant W. Heydenreich, Militärlehrer a. d. Militärtechn. Akademie in Berlin. I: Die Entwicklung des Feldgeschützes seit Einführung des gezogenen Infanteriegewehrs bis einschl. der Erfindung des rauchl. Pulvers, etwa 1850 bis 1890. Mit 1 Abbild. Nr. 306.**
- II: Die Entwicklung d. heutigen Feldgeschützes auf Grund der Erfindung des rauchlosen Pulvers, etwa 1890 bis zur Gegenwart. Mit 11 Abbild. Nr. 307.
- Fernsprechwesen, Das,** von Dr. Ludwig Kellstab in Berlin. Mit 47 Fig. und 1 Tafel. Nr. 155.
- Festigkeitslehre v. W. Hauber, Dipl.-Ingenieur.** Mit 56 Fig. Nr. 288.
- **Aufgabensammlung zur Festigkeitslehre mit Lösungen** von R. Haren, Dipl.-Ingenieur in Mannheim. Mit 42 Fig. Nr. 491.
- Fette, Die, und Ole** sowie die Seifen- u. Kerzenfabrikat. u. d. Harze, Lade, Firnisse m. ihren wicht. Hilfsstoffen von Dr. Karl Braun in Berlin. I: Einführung in die Chemie, Besprechung einiger Salze und der Fette und Ole. Nr. 335.
- II: Die Seifenfabrikation, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation. Mit 25 Abbild. Nr. 336.
- III: Harze, Lade, Firnisse. Nr. 337.
- Feuerwaffen. Geschichte d. gesamten Feuerwaffen bis 1850.** Die Entwicklung der Feuerwaffen v. ihrem ersten Auftreten bis zur Einführung d. gezog. Hinterlader, unter besond. Berücksichtig. d. Heeresbewaffnung von Major a. D. W. Gohlte, Steglitz-Berlin. Mit 105 Abbild. Nr. 530.
- Feuerwerkerei, Die,** von Direktor Dr. Alfons Bujard, Vorstand des Stadt Chemischen Laboratoriums in Stuttgart. Mit 6 Fig. Nr. 634.

- Filzfabrikation. Textil-Industrie II:** Weberei, Wirkerei, Posamentiere-  
rei, Spitzen- und Gardinenfabri-  
kation und Filzfabrikation von  
Professor Max Gürtler, Geh. Re-  
gierungsr. im Kgl. Landesgewerbe-  
amt zu Berlin. Mit 29 Fig. Nr. 185.
- Finanzsysteme der Großmächte, Die,**  
(Internat. Staats- und Gemeinde-  
Finanzwesen) v. D. Schwarz, Geh.  
Oberfinanzrat in Berlin. 2 Bänd-  
chen. Nr. 450 und 451.
- Finanzwissenschaft von Präbident Dr.**  
R. van der Borcht in Berlin. I:  
Allgemeiner Teil. Nr. 148.  
— II: Besonderer Teil (Steuer-  
lehre). Nr. 391.
- Finnisch-ugrische Sprachwissenschaft**  
von Dr. Josef Szinyei, Prof. an  
der Universität Budapest. Nr. 463.
- Finnland. Landeskunde des Euro-  
päischen Rußlands nebst Finn-  
lands** von Prof. Dr. A. Philippson  
in Halle a. S. Nr. 359.
- Firnisse. Harze, Laxe, Firnisse** von  
Dr. Karl Braun in Berlin. (Fette  
und Öle III.) Nr. 337.
- Fische. Das Tierreich IV: Fische** von  
Prof. Dr. Max Rauther in Neapel.  
Mit 37 Abbild. Nr. 356.
- Fischerei und Fischzucht** von Dr. Karl  
Edstein, Prof. a. d. Forstakademie  
Eberswalde, Abteilungsdirigent  
bei der Hauptstation des forstlichen  
Versuchswesens. Nr. 159.
- Flechten, Die. Eine Übersicht unserer**  
Kenntnisse v. Prof. Dr. G. Lindau,  
Kustos a. Kgl. Botanisch. Museum,  
Privatdozent an d. Univerf. Berlin.  
Mit 55 Figuren. Nr. 683.
- Flora. Exkursionsflora von Deutsch-  
land zum Bestimmen der häufige-  
ren in Deutschland wildwachsenden  
Pflanzen** v. Dr. W. Wigula, Prof. a.  
d. Forstakademie Eisenach. 2 Teile.  
Mit je 50 Abbild. Nr. 268, 269.
- Flußbau** von Regierungsbaumeister  
Otto Kappold in Stuttgart. Mit  
103 Abbildungen. Nr. 597.
- Fördermaschinen, Die elektrisch be-  
triebenen, von A. Balthaser, Dipl.-  
Bergingenieur. Mit vielen Figuren.**  
Nr. 678.
- Forensische Psychiatrie** von Professor  
Dr. W. Weygandt, Dir. d. Irren-  
anstalt Friedrichsberg i. Hamburg.  
2 Bändchen. Nr. 410 u. 411.
- Forstwissenschaft v. Dr. Ab. Schwap-  
pach, Prof. a. d. Forstakad. Ebers-  
walde, Abteil.-Dirig. b. d. Hauptstat.**  
b. forstl. Versuchswesens. Nr. 106.
- Fortbildungsschulwesen, Das deut-  
sche, nach seiner geschichtl. Entwid-  
lung u. i. sein. gegenwärt. Gestalt**  
v. S. Sierds, Revisor gewerbli. Fortbil-  
dungsschulen in Schleswig. Nr. 392.
- Franken. Geschichte Frankens** v. Dr.  
Christ. Meyer, Kgl. preuß. Staats-  
archivar a. D., München. Nr. 434.
- Frankreich. Französische Geschichte**  
v. Dr. R. Sternfeld, Prof. an der  
Universität Berlin. Nr. 85.
- Frankreich. Landesf. v. Frankreich v.**  
Dr. Rich. Reuse, Direkt. d. Ober-  
realschule in Spandau. 1. Bändch.  
M. 23 Abb. im Text u. 16 Land-  
schaftsbild. auf 16 Taf. Nr. 466.  
— 2. Bändchen. Mit 15 Abb. im  
Text, 18 Landschaftsbild. auf 16 Ta-  
feln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 467.
- Französisch-deutsches Gesprächsbuch**  
von C. Freucillon, Lektor am  
orientalisch. Seminar u. an d. Han-  
delshochschule in Berlin. Nr. 596.
- Französische Handelskorrespondenz** v.  
Prof. Th. de Beaug, Officier de  
l'Instruction Publique. Nr. 183.
- Französisches Lesebuch mit Wörter-  
verzeichnis** von Chyprien Francillon,  
Lektor a. oriental. Seminar u. a. d.  
Handelshochschule i. Berlin. Nr. 643.
- Fremdwort, Das, im Deutschen** v. Dr.  
Rud. Kleinpaul, Leipzig. Nr. 55.
- Fremdwörterbuch, Deutsches, von Dr.**  
Rud. Kleinpaul, Leipzig. Nr. 273.
- Fuge. Erläuterung u. Anleitung zur**  
Komposition derselben v. Prof.  
Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 418.
- Funktionentheorie** von Dr. Konrad  
Knopp, Privatdozent an der Uni-  
versität Berlin. I: Grundlagen der  
allgemeinen Theorie der analyt.  
Funktionen. Mit 9 Fig. Nr. 668.  
— **Einleitung in die, (Theorie der**  
komplexen Zahlenreihen) von Max  
Kose, Oberlehrer an der Goethe-  
schule in Deutsch-Wilmersdorf.  
Mit 10 Figuren. Nr. 581.
- Fußartillerie, Die, ihre Organisation,**  
Bewaffnung u. Ausbildg. v. Splett,  
Oberleutn. im Lehrbat. d. Fußart.-  
Schießschule u. Biermann, Ober-  
leutn. in der Versuchsbatt. d. Art.-  
Prüfungskommission. M. 35 Fig. Nr. 560.

- Gardinenfabrikation. Textilindustrie II: Weberei, Wirkerei, Kosamentiererei, Spitzen- u. Gardinenfabrikation u. Filzfabrikation** von Prof. Mag. Gürtler, Geh. Reg.-Rat im Kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Figuren. Nr. 185.
- Gas- und Wasserinstallationen mit Einschluß der Abortanlagen** von Prof. Dr. phil. und Dr.-Ing. Euarb Schmitt in Darmstadt. Mit 119 Abbildungen. Nr. 412.
- Gaskraftmaschinen, Die, v. Ing. Alfred Kirckhe in Kiel. 2 Bändchen. Mit vielen Figuren. Nr. 316 u. 651.**
- Gasthäuser und Hotels von Architektur** Max Wöhler in Düsseldorf. I: Die Bestandteile u. die Einrichtung des Gasthauses. Mit 70 Fig. Nr. 525.
- II: Die verschiedenen Arten von Gasthäusern. Mit 82 Fig. Nr. 526.
- Gebirgsartillerie. Die Entwicklung der Gebirgsartillerie** von Flußmann, Oberst u. Kommandeur der 1. Feld-Art.-Brigade in Königsberg i. Pr. Mit 78 Bildern und Übersichtstafeln. Nr. 531.
- Genossenschaftswesen, Das, in Deutschland** v. Dr. Otto Lindbeck in Düsseldorf. Nr. 384.
- Geodäsie** von Prof. Dr. C. Reinherz in Hannover. Neubearbeitet von Dr. G. Förster, Observator a. Geodätisch. Inst. Potsdam. M. 68 Abb. Nr. 102.
- **Vermessungskunde** v. Diplom-Ing. P. Werkmeister, Oberlehrer an der Kais. Techn. Schule i. Straßburg i. G. I: Feldmessen u. Nivellieren. Mit 146 Abb. II: Der Theodolit. Trigonometr. u. barometr. Höhenmessg. Tachymetr. M. 109 Abb. Nr. 468, 469.
- Geographie, Geschichte der,** von Prof. Dr. Konrad Kretschmer i. Charlottenburg. Mit 11 Kart. im Text. Nr. 624.
- Geologie in kurzem Auszug f. Schulen u. zur Selbstbelehrung** zusammengestellt v. Prof. Dr. Eberh. Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbild. u. 4 Tafeln mit 51 Figuren. Nr. 13.
- Geometrie, Analytische, der Ebene** v. Prof. Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 52 Figuren. Nr. 65.
- **Aufgabensammlung zur Analytischen Geometrie der Ebene** von D. Th. Bürklen, Professor am Kgl. Realgymnasium in Schwäb.-Gmünd. Mit 32 Fig. Nr. 256.
- Geometrie, Analytische, des Raumes** von Prof. Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 28 Abbildungen. Nr. 89.
- **Aufgabensammlung zur Analytischen Geometrie des Raumes** von D. Th. Bürklen, Professor am Kgl. Realgymnasium in Schwäb.-Gmünd. Mit 8 Fig. Nr. 309.
- **Darstellende,** von Dr. Robert Haußner, Prof. an d. Univ. Jena. I. Mit 110 Figuren. Nr. 142.
- II. Mit 40 Figuren. Nr. 143.
- **Ebene,** von G. Mahler, Professor am Gymnasium in Ulm. Mit 110 zweifarbigen Figuren. Nr. 41.
- **Projektive,** in synthet. Behandlung von Dr. Karl Doehlemann, Prof. an der Universität München. Mit 91 Figuren. Nr. 72.
- Geometrische Optik, Einführung in die,** von Dr. W. Hinrichs in Wilmersdorf-Berlin. Nr. 532.
- Geometrisches Zeichnen** von H. Beder, Architekt u. Lehrer an der Bauwerkerschule in Magdeburg, neubearbeitet von Prof. J. Bunderlinn in Münster. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.
- Germanische Mythologie** von Dr. E. Moqf, Prof. a. d. Univ. Leipzig. Nr. 15.
- Germanische Sprachwissenschaft** von Dr. Rich. Loewe. Nr. 238.
- Gesangskunst. Technik der deutschen Gesangskunst** von Ost. Noß u. Dr. Hans Joachim Moser. Nr. 576.
- Geschäfts- und Warenhäuser** v. Hans Schliepmann, Königl. Bau rat in Berlin. I: Vom Laden zum „Grand Magasin“. Mit 23 Abb. Nr. 655.
- II: Die weitere Entwicklung d. Kaufhäuser. Mit 39 Abb. Nr. 656.
- Geschichtswissenschaft, Einleitung in die,** v. Dr. Ernst Bernheim, Prof. an der Univ. Greifswald. Nr. 270.
- Geschüze, Die modernen, der Fußartillerie** v. Mummehoff, Major u. Lehrer an d. Fußartillerie-Schießschule in Jüterbog. I: Vom Auftreten d. gezogenen Geschüze bis zur Verwendung des rauchschwachen Pulvers 1850—1890. Mit 50 Textbildern. Nr. 334.
- II: Die Entwicklung der heutigen Geschüze der Fußartillerie seit Einführung des rauchschwachen Pulvers 1890 bis zur Gegenwart. Mit 33 Textbildern. Nr. 362.



- Geschwindigkeitsregler der Kraftmaschinen, Die**, v. Dr.-Ing. G. Kröner in Friedberg. Mit 33 Fig. Nr. 604.
- Gesetzbuch, Bürgerliches**, siehe: Recht des Bürgerlichen Gesetzbuches.
- Gesundheitslehre. Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten** v. E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbild. u. 1 Tafel. Nr. 18.
- Gewerbehygiene** von Dr. E. Roth in Potsdam. Nr. 350.
- Gewerbewesen** von Werner Sombart, Professor an der Handelshochschule Berlin. I. II. Nr. 203, 204.
- Gewerbliche Arbeiterfrage, Die**, von Werner Sombart, Prof. a. d. Handelshochschule Berlin. Nr. 209.
- Gewerbliche Bauten. Industrielle und gewerbliche Bauten (Speicher, Lagerhäuser u. Fabriken)** v. Architekt Heinr. Salzmann in Düsseldorf. I: Allgemeines über Anlage und Konstruktion der industriellen und gewerblichen Bauten. Nr. 511.
- II: Speicher und Lagerhäuser. Mit 123 Figuren. Nr. 512.
- Gewichtswesen, Münz- u. Gewichtswesen** v. Dr. Aug. Blind, Prof. a. d. Handelsschule in Köln. Nr. 283.
- Gießereimaschinen** von Dipl.-Ing. Emil Treiber in Heidenheim a. B. Mit 51 Figuren Nr. 548.
- Glas- und keramische Industrie (Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels I)** v. Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Mit 12 Tafeln. Nr. 233.
- Gleichstrommaschine, Die**, von Ing. Dr. C. Kinzbrunner in London. Mit 81 Figuren. Nr. 257.
- Gletscherkunde** v. Dr. Fritz Machacek in Wien. Mit 5 Abbildungen im Text und 11 Tafeln. Nr. 154.
- Gotische Sprachdenkmäler mit Grammatik, Übersetzung u. Erläuterung** v. Dr. Herm. Jansen, Direktor d. Königin Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 79.
- Gottfried von Straßburg. Hartmann von Aue. Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Straßburg. Auswahl a. d. höfisch. Epos m. Anmerk. u. Wörterbuch** v. Dr. K. Marold, Prof. am Rgl. Friedrichs-Kollegium z. Königsberg/Pr. Nr. 22.
- Graphischen Künste, Die**, von Carl Rampmann, k. k. Lehrer an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsstalt in Wien. Mit zahlreichen Abbildungen u. Beilagen. Nr. 75.
- Griechisch. Neugriechisch-deutsches Gesprächsbuch** mit besond. Berücksichtigung der Umgangssprache von Dr. Johannes Kaltschunakis, Doz. am Seminar für orient. Sprache in Berlin. Nr. 587.
- Griechische Altertumskunde** v. Prof. Dr. Rich. Maijch, neu bearbeitet v. Rektor Dr. Franz Pohlhammer. Mit 9 Votlbildern. Nr. 16.
- Griechische Geschichte** von Dr. Heinrich Swoboda, Professor an d. deutschen Universität Prag. Nr. 49.
- Griechische Literaturgeschichte** mit Berücksichtigung d. Geschichte der Wissenschaften v. Dr. Alfred Gerde, Prof. an der Univ. Breslau. 2 Bändchen. Nr. 70 u. 557.
- Griechischen Papyri, Auswahl aus**, von Prof. Dr. Robert Selbing in Karlsruhe i. B. Nr. 625.
- Griechischen Sprache, Geschichte der, I: Bis zum Ausgange d. klassischen Zeit** v. Dr. Otto Hoffmann, Prof. a. d. Univ. Münster. Nr. 111.
- Griechische u. römische Mythologie** v. Prof. Dr. Herm. Steuding, Rekt. d. Gymnas. in Schneeberg. Nr. 27.
- Grundbuchrecht, Das formelle**, von Oberlandesgerichtsr. Dr. F. Kreschmar in Dresden. Nr. 549.
- Handelspolitik, Auswärtige**, von Dr. Heint. Sieveking, Professor an der Universität Zürich. Nr. 245.
- Handelsrecht, Deutsches**, von Dr. Karl Lehmann, Prof. an d. Universität Göttingen. I: Einleitung. Der Kaufmann u. seine Hilfspersonen. Offene Handelsgesellschaft. Kommandit- und stille Gesellschaft. Nr. 457.
- II: Aktiengesellschaft. Gesellschaft. m. b. H. Eing. Gen. Handelsgesch. Nr. 458.
- Handelschulwesen, Das deutsche**, von Direktor Theodor Blum in Dessau. Nr. 558.
- Handelsstand, Der**, von Rechtsanwält Dr. jur. Bruno Springer in Leipzig (Kaufmann. Rechtskunde. Bb. 2). Nr. 545.

- Handelswesen, Das**, von Geh. Oberregierungsrat Dr. Wilh. Lexis, Professor an der Universität Göttingen. I: Das Handelspersonal und der Warenhandel. Nr. 296.
- II: Die Effektenbörse und die innere Handelspolitik. Nr. 297.
- Handfeuerwaffen, Die Entwicklung der**, seit der Mitte des 19. Jahrhunderts u. ihr heutiger Stand von G. Wrzodek, Hauptmann u. Kompagniechef im Inf.-Reg. Freiherr Hiller von Gärtringen (4. Posen'sches) Nr. 59 i. Soldau. Nr. 21 Abb. Nr. 366.
- Harmonielehre** von A. Galm. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 120.
- Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Straßburg**. Auswahl aus d. höfischen Epos mit Anmerk. u. Wörterbuch von Dr. R. Marold, Prof. am Königl. Friedrichs-Kollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.
- Harze, Lacke, Firnisse** von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette und Ole III). Nr. 337.
- Hebezeuge, Die**, ihre Konstruktion u. Berechnung von Jng. Prof. Herm. Wilba, Bremen. Mit 399 Abb. Nr. 414.
- Heeresorganisation, Die Entwicklung der**, seit Einführung der stehenden Heere von Otto Neuschler, Hauptmann u. Batteriechef in Ulm. I: Geschichtl. Entwicklung bis zum Ausgange d. 19. Jahrh. Nr. 552.
- Heizung u. Lüftung** v. Jng. Johannes Körting in Düsseldorf. I: Das Wesen u. die Berechnung der Heizungs- u. Lüftungsanlagen. Mit 34 Figuren. Nr. 342.
- II: Die Ausführung der Heizungs- u. Lüftungsanlagen. Mit 191 Figuren. Nr. 343.
- Hessen. Landeskunde des Großherzogtums Hessen, der Provinz Hessen-Nassau und des Fürstentums Waldeck** v. Prof. Dr. Georg Greim in Darmstadt. Mit 13 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 376.
- Hieroglyphen** von Geh. Regier.-Rat Dr. Ad. Erman, Prof. an der Universität Berlin. Nr. 608.
- Hochspannungstechnik, Einführ. in die moderne**, von Dr.-Jng. R. Fischer in Hamburg-Bergeedorf. Mit 92 Fig. Nr. 609.
- Holz, Das**. Aufbau, Eigenschaften u. Verwendung v. Jng. Prof. Herm. Wilba in Bremen. Mit 33 Abb. Nr. 459.
- Hotels, Gasthäuser und Hotels** von Archit. Max Wöhler in Düsseldorf. I: Die Bestandteile u. d. Einrichtg. des Gasthauses. Mit 70 Figuren. Nr. 525.
- II: Die verschiedenen Arten von Gasthäusern. Mit 82 Figuren. Nr. 526.
- Hydraulik** v. W. Hauber, Dipl.-Jng. in Stuttgart. Mit 44 Figuren. Nr. 397.
- Hygiene des Städtebaus, Die**, von Prof. S. Chr. Ruxbaum in Hannover. Mit. 30 Abb. Nr. 348.
- des Wohnungswesens, Die, von Prof. S. Chr. Ruxbaum in Hannover. Mit 5 Abbild. Nr. 363.
- Iberische Halbinsel. Landeskunde der Iberischen Halbinsel** von Dr. Frig. Regel, Prof. a. d. Univ. Würzburg. Nr. 8 Kärtchen u. 8 Abb. im Text u. 1 Karte in Farbenbrud. Nr. 235.
- Indische Religionsgeschichte** von Prof. Dr. Edmund Hardy. Nr. 83.
- Indogerman. Sprachwissenschaft** von Dr. R. Meringer, Professor an der Univ. Graz. Nr. 1 Tafel. Nr. 59.
- Industrielle u. gewerbliche Bauten** (Speicher, Lagerhäuser u. Fabriken) von Architekt Heint. Salzmann in Düsseldorf. I: Allgemeines üb. Anlage u. Konstruktion d. industriellen u. gewerblichen Bauten. Nr. 511.
- II: Speicher und Lagerhäuser. Mit 123 Figuren. Nr. 512.
- Infektionskrankheiten, Die, und ihre Verhütung** von Stabsarzt Dr. W. Hoffmann in Berlin. Mit 12 vom Verfasser gezeichneten Abbildungen und einer Fiebertafel. Nr. 327.
- Insekten. Das Tierreich V: Insekten** von Dr. F. Groß in Neapel (Stazione Zoologica). Mit 56 Abbildungen. Nr. 594.
- Instrumentenlehre** v. Musikdir. Franz Mayerhoff in Chemnitz. I: Text. Nr. 437.
- II: Notenbeispiele. Nr. 438.
- Integralrechnung** von Dr. Friedr. Junker, Rekt. d. Realgymnasiums u. d. Oberrealschule in Göppingen. Mit 89 Figuren. Nr. 88.

- Integralrechnung. Repetitorium u. Aufgabensammlung zur Integralrechnung** von Dr. Friedr. Junker, Refk. d. Realgymnasiums u. der Oberrealschule in Göppingen. Mit 52 Figuren. Nr. 147.
- Israel. Geschichte Israels bis auf die griechische Zeit** von Lic. Dr. J. Benzinger. Nr. 231.
- Italienische Handelskorrespondenz** v. Prof. Alberto de Beauv, 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 Ingen. G. Bethmann, Dozent am Technikum Altenburg. Mit 63 Abbildungen. Nr. 486.
- Kältemaschinen. Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- und Kältemaschinen** von M. Röttinger, Dipl.-Ing. in Mannheim. Mit 73 Figuren. Nr. 2.
- Kamerun. Die deutschen Kolonien I: Togo und Kamerun** von Prof. Dr. Karl Dove. Mit 16 Tafeln und einer lithogr. Karte. Nr. 441.
- Kanal- und Schleusenbau** von Regierungsbauemeister Otto Rappold in Stuttgart. Mit 78 Abb. Nr. 585.
- Kant, Immanuel.** (Geschichte der Philosophie Bd. 5) von Dr. Bruno Bauch, Prof. a. d. Univ. Jena Nr. 536.
- Kartell u. Trust** v. Dr. E. Tschierschly in Düsseldorf. Nr. 522
- Kartenkunde** von Dr. M. Groll, Kartograph i. Berlin. 2 Bändchen. I: Die Projektionen. Mit 56 Fig. Nr. 30.  
— II: Der Karteninhalt und das Messen auf Karten. Mit 39 Fig. Nr. 599.
- Kartographische Aufnahmen u. geograph. Ortsbestimmung auf Reisen** von Dr.-Ing. R. Fugershoff, Prof. an der Forstakademie zu Tharandt. Mit 73 Figuren. Nr. 607.
- Kaufmännische Rechtskunde. I: Das Wechselwesen** v. Rechtsanwält Dr. Rud. Nothes in Leipzig. Nr. 103.  
— II: Der Handelsstand v. Rechtsanwalt Dr. jur. Bruno Springer, Leipzig. Nr. 545.
- Kaufmännisches Rechnen** von Prof. Richard Just, Oberlehrer a. d. Öffentl. Handelslehranstalt d. Dresdener Kaufmannschaft. I. II. III. Nr. 139, 140, 187.
- Keramische Industrie. Die Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels** von Dr. Gust. Kauter. I: Glas- u. Keram. Industrie. Mit 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 Abb. Nr. 336.
- Kiautschou. Die deutschen Kolonien II: Das Südseegebiet und Kiautschou** v. Prof. Dr. K. Dove. Mit 16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 520.
- Kinematik** von Dipl.-Ing. Hans Polster, Assist. a. d. Kgl. Techn. Hochschule Dresden. Nr. 76 Abb. Nr. 584.
- Kirchenlied, Das deutsche, in seinen charakteristischen Erscheinungen ausgewählt** von D. Friedrich Spitta, Prof. a. d. Universität in Straßburg i. E. I: Mittelalter u. Reformationszeit. Nr. 602.
- Kirchenrecht** v. Dr. E. Sehling, ord. Prof. der Rechte in Erlangen. Nr. 377.
- Klima und Leben (Bioklimatologie)** von Dr. Wilh. R. Eckardt, Assist. an der öffentl. Wetterdienststelle in Weilburg. Nr. 629.
- Klimakunde I: Allgemeine Klimalehre** von Prof. Dr. W. Köppen, Meteorologe der Seewarte Hamburg. Mit 7 Taf. u. 2 Figuren. Nr. 114.
- Kolonialgeschichte** von Dr. Dietrich Schäfer, Professor der Geschichte an der Universität Berlin. Nr. 156.
- Kolonialrecht, Deutsches**, von Prof. Dr. G. Eder von Hoffmann, Studien-director d. Akademie für kommunale Verwaltung in Düsseldorf. Nr. 318.
- Kometen. Astronomie. Größe, Bewegung u. Entfernung d. Himmelskörper** v. A. F. Möbius, neu bearb. v. Dr. Herm. Kobold, Prof. an der Univ. Kiel. II: Kometen, Meteore u. das Sternsystem. Mit 15 Fig. u. 2 Sternkarten. Nr. 529.
- Kommunale Wirtschaftspflege** von Dr. Alfons Rieß, Magistratsassessor in Berlin. Nr. 534.

- Kompositionslehre.** Musikalische Formenlehre v. Steph. Krehl. I. II. Nr. viel. Notenbeispiel. Nr. 149, 150.
- Kontrapunkt.** Die Lehre von der selbständigen Stimmführung v. Steph. Krehl in Leipzig. Nr. 390.
- Koordinatensysteme** v. Paul B. Fischer, Oberl. a. d. Oberrealschule zu Groß-Lichterfelde. Mit 8 Fig. Nr. 507.
- Körper, Der menschliche, sein Bau und seine Tätigkeiten** von E. Rebmann, Oberschulr. i. Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. S. Seiler. N. 47 Abb. u. 1 Taf. Nr. 18.
- Kostenanschlag** siehe: Veranschlagen.
- Kriegsschiffbau.** Die Entwicklung des Kriegsschiffbaues vom Altertum bis zur Neuzeit. Von Tjard Schwarz, Geh. Marinebaurat und Schiffbau-Direktor. I. Teil: Das Zeitalter der Ruderschiffe u. der Segelschiffe für die Kriegsführung zur See vom Altertum bis 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.
- II: Das mittelalterliche Kriegswesen. Nr. 498.
- III: Das Kriegswesen der Neuzeit. Erster Teil. Nr. 518.
- IV: Das Kriegswesen der Neuzeit. Zweiter Teil. Nr. 537.
- V: Das Kriegswesen der Neuzeit. Dritter Teil. Nr. 568.
- VI: Das Kriegswesen der Neuzeit. Viertes Teil. Nr. 670.
- VII: Das Kriegswesen der Neuzeit. Fünfter Teil. Nr. 671.
- Kristallographie** v. Dr. W. Brühns, Prof. a. d. Bergakademie Clausthal. Mit 190 Abbild. Nr. 210.
- Kristalloptik, Einführung in die,** von Dr. Eberhard Buchwald i. München. Mit 124 Abbildungen. Nr. 619.
- Kudrun und Dietrichen.** Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Firiczek, Professor an der Universität Würzburg. Nr. 10.
- Kultur, Die, der Renaissance.** Gesittung, Forschung, Dichtung v. Dr. Robert F. Arnold, Professor an der Universität Wien. Nr. 189.
- Kulturgegeschichte, Deutsche,** von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.
- Kurvendiskussion.** Algebraische Kurven von Eug. Deutel, Oberreallehrer in Waihingen-Enz. I: Kurvendiskussion. Mit 57 Fig. im Text. Nr. 435.
- Kurzschrift** siehe: Stenographie.
- Küstenartillerie.** Die Entwicklung der Schiffs- und Küstenartillerie bis zur Gegenwart v. Korvettenkapitän Guning. Mit Abb. u. Tab. Nr. 606.
- Lacke.** Harze, Lacke, Firnisse von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette und Ole III.) Nr. 337.
- Lagerhäuser.** Industrielle und gewerbliche Bauten. (Speicher, Lagerhäuser u. Fabriken) von Architekt Heinrich Salzmann, Düsseldorf. II: Speicher u. Lagerhäuser. Mit 123 Fig. Nr. 512.
- Länder- und Völkernamen** von Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 478.
- Landstraßenbau** von Kgl. Oberlehrer A. Liebmann, Betriebsdirekt. a. D. i. Magdeburg. Mit 44 Fig. Nr. 598.
- Landwirtschaftliche Betriebslehre** v. E. Langenbeck in Groß-Lichterfelde. Nr. 227.
- Landwirtschaftlichen Maschinen, Die,** von Carl Walther, Diplom.-Ing. in Mannheim. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildgn. Nr. 407—409.
- Lateinische Grammatik.** Grundriß der latein. Sprachlehre v. Prof. Dr. W. Votsch in Magdeburg. Nr. 82.
- **Sprache.** Geschichte der lateinischen Sprache von Dr. Friedrich Stolz, Professor an der Universität Innsbruck. Nr. 492.
- Leuchtgasfabrikation, Die Nebenprodukte der,** von Dr. phil. R. R. Lange, Diplom.-Ingenieur. Mit 13 Figuren. Nr. 661.
- Licht.** Theoretische Physik II. Teil: Licht und Wärme. Von Dr. Gust. Jäger, Prof. an der Techn. Hochschule in Wien. N. 47 Abb. Nr. 77.
- Logarithmen.** Vierstellige Tafeln und Gegentafeln für logarithmisches u. trigonometrisches Rechnen in zwei Farben zusammengestellt von Dr. Herm. Schubert, Prof. an der Lehrerschule des Johanneums in Hamburg. Neue Ausgabe v. Dr. Robert Haußner, Prof. an der Universität Jena. Nr. 81.

- Logarithmen, Fünfstellige**, von Prof. August Ubler, Direktor der k. k. Staatsoberrealschule in Wien. Nr. 423.
- Logik, Psychologie und Logik zur Einführung in die Philosophie** von Professor Dr. Th. Eschenhans. Mit 13 Figuren. Nr. 14.
- Lokomotiven, Eisenbahnfahrzeuge** von H. Hinnenthal. I: Die Lokomotiven. Mit 89 Abb. im Text u. 2 Tafeln. Nr. 107.
- Lothringen, Geschichte Lothringens** von Dr. Herm. Derichsweiler, Geh. Regierungsrat in Straßburg. Nr. 6.
- **Landeskunde v. Elsaß-Lothringen** v. Prof. Dr. R. Langenbeck in Straßburg i. E. Mit 11 Abb. u. 1 Karte. Nr. 215.
- Lötrohrprobierkunde, Qualitative Analyse mit Hilfe des Lötrohrs** von Dr. Mart. Henglein in Freiberg i. Sa. Mit 10 Figuren. Nr. 483.
- Lübeck, Landeskunde d. Großherzogtümer Mecklenburg u. der Freien u. Hansestadt Lübeck** v. Dr. Sebald Schwarz, Direktor der Realschule zum Dom in Lübeck. Mit 17 Abbildungen und Karten im Text und 1 lithographischen Karte. Nr. 487.
- Luftelektrizität** von Dr. Karl Kähler, wissenschaftlichem Hilfsarbeiter am Königl. Preuß. Meteorologisch-Magnetischen Observatorium in Potsdam. Mit 18 Abb. Nr. 649.
- Lustkalkpeter, Seine Gewinnung** durch den elektrischen Flammenbogen von Dr. G. Brion, Prof. an der Kgl. Bergakademie in Freiberg. Mit 50 Figuren. Nr. 616.
- Luft- und Meeresströmungen** von Dr. Franz Schulze, Direktor der Navigationschule zu Lübeck. Mit 27 Abbildungen und Tafeln. Nr. 551.
- Lüftung, Heizung und Lüftung** von Ing. Johannes Körting in Düsseldorf. I: Das Wesen und die Berechnung d. Heizungs- u. Lüftungsanlagen. Mit 34 Fig. Nr. 342.
- II: Die Ausführung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 191 Figuren. Nr. 343.
- Luther, Martin, und Thom. Wurner**. Ausgewählt und mit Einleitungen u. Anmerkungen versehen v. Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolai-Gymnasium zu Leipzig. Nr. 7.
- Magnetismus, Theoretische Physik III. Teil: Elektrizität u. Magnetismus**. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Technischen Hochschule Wien. Mit 33 Abbildungen. Nr. 78.
- Mälzerei, Brauereiwesen I: Mälzerei** von Dr. P. Dreverhoff, Direktor d. Öffentlichen und 1. Sächsl. Versuchstation für Brauerei und Mälzerei, sowie der Brauer- und Mälzerschule zu Grimma. Nr. 303.
- Maschinenbau, Die Kalkulation im, v. Ing. G. Bethmann, Doz. a. Techn. Altenburg. Mit 63 Abb. Nr. 486.**
- **Die Materialien des Maschinenbaues und der Elektrotechnik** von Ingenieur Prof. Hermann Wilda. Mit 3 Abbildungen. Nr. 476.
- Maschinenelemente, Die**. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium u. d. praktischen Gebrauch von Fr. Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 86 Fig. Nr. 3.
- Maschinenzichnen, Praktisches**, von Obering. Rich. Schiffner in Warmbrunn. I: Grundbegriffe, Einfache Maschinenteile bis zu den Ruppelungen. Mit 60 Tafeln. Nr. 589.
- II: Lager, Riem- und Seilscheiben, Zahnräder, Kolbenpumpe. Mit 51 Tafeln. Nr. 590.
- Maschanalyse** von Dr. Otto Köhm in Darmstadt. Mit 14 Fig. Nr. 221.
- Maß-, Münz- und Gewichtswesen** von Dr. August Blind, Professor an der Handelsschule in Köln. Nr. 283.
- Materialprüfungswesen, Einführung in die moderne Technik d. Materialprüfung** von K. Memmler, Dipl.-Ingenieur, ständ. 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 Fig. Nr. 312.
- Mathematik, Geschichte der**, von Dr. A. Sturm, Prof. am Obergymnasium in Seitenstetten. Nr. 226.

- Mathematische Formelsammlung und Repetitorium der Mathematik**, enthalten die wichtigsten Formeln u. Lehrsätze d. Arithmetik, Algebra, algebraischen Analysis, ebenen Geometrie, Stereometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie, math. Geographie, analyt. Geometrie der Ebene und des Raumes, der Differential- und Integralrechnung von D. Th. Würtlen, Professor am Kgl. Realgymnasium in Schw.-Gmünd. Mit 18 Figuren. Nr. 51.
- Maurer- und Steinhauerarbeiten** von Prof. Dr. phil. und Dr.-Ing. Ed. Schmitt in Darmstadt. 3 Bändchen Mit vielen Abbild. Nr. 419—421.
- Mechanik. Theoret. Physik I. Teil: Mechanik und Akustik.** Von Dr. Gust. Jäger, Prof. an der Technischen Hochschule in Wien. Mit 19 Abbildungen. Nr. 76.
- Mechanische Technologie** von Geh. Hofrat Professor A. Lüdicke in Braunschweig. 2 Bändchen. Nr. 340, 341.
- Mecklenburg. Landeskunde d. Großherzogtümer Mecklenburg u. der Freien u. Hansestadt Lübeck** von Dr. Sebald Schwarz, Direktor der Realschule zum Dom in Lübeck. Mit 17 Abbild. im Text, 16 Taf. und 1 Karte in Lithographie. Nr. 487.
- Mecklenburgische Geschichte** von Oberlehrer Otto Witenje in Neubrandenburg i. M. Nr. 610.
- Medizin, Geschichte der**, von Dr. med. et phil. Paul Diepgen, Privatdozent für Geschichte der Medizin in Freiburg i. Br. I: Altertum. Nr. 679.
- Meereskunde, Physische**, von Prof. Dr. Gerhard Schott, Abteilungsvorsteher bei d. Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit 39 Abbildungen im Text und 8 Tafeln. Nr. 112.
- Meeresströmungen. Luft- u. Meeresströmungen** v. Dr. Franz Schulze, Dir. d. Navigationschule zu Lübeck. Mit 27 Abb. u. Tafeln. Nr. 551.
- Menschliche Körper, Der, sein Bau u. seine Tätigkeiten** von E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre v. Dr. med. S. Seiler. Mit 47 Abb. u. 1 Tafel. Nr. 18.
- Metallographie.** Kurze, gemeinschaftliche Darstellung der Lehre von den Metallen u. ihren Legierungen unter besond. Berücksichtigung der Metallmikroskopie v. Prof. E. Heyn u. Prof. O. Bauer a. Kgl. Materialprüfungsamt (Gr.-Lichterfelde) d. K. Techn. Hochschule zu Berlin. I: Allgem. Teil. Mit 45 Abb. im Text und 5 Lichtbildern auf 3 Tafeln. Nr. 432. — II: Spez. Teil. Mit 49 Abbildungen im Text und 37 Lichtbildern auf 19 Tafeln. Nr. 433.
- Metallurgie** von Dr. August Geiß in Kristiansand (Norwegen). I. II. Mit 21 Figuren. Nr. 313, 314.
- Meteore. Astronomie.** Größe, Bewegung u. Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neu bearbeitet von Dr. Hermann Kobold, Prof. a. d. Univ. Kiel. II: Kometen, Meteore u. das Sternensystem. Mit 15 Fig. u. 2 Sternkarten. Nr. 529.
- Meteorologie** v. Dr. W. Trabert, Prof. an der Universität Wien. Mit 49 Abbild. u. 7 Tafeln. Nr. 54.
- Militärische Bauten** von Reg.-Baumeister R. Lang in Stuttgart. Mit 59 Abb. Nr. 626.
- Militärstrafrecht** von Dr. Max Ernst Mayer, Prof. an d. Univ. Straßburg i. E. 2 Bde. Nr. 371, 372.
- Mineralogie** von Geheimer Bergrat Dr. R. Brauns, Prof. an d. Univ. Bonn. Mit 132 Abbild. Nr. 29.
- Minnesang und Spruchdichtung.** Walthar von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang und Spruchdichtung. Mit Anmerkungen u. einem Wörterb. von D. Güntter, Prof. an d. Oberrealschule u. an d. Techn. Hochschule i. Stuttgart. Nr. 23.
- Mittelhochdeutsche Dichtungen aus mittelhochdeutscher Frühzeit.** In Auswahl mit Einleitg. u. Wörterbuch herausgeg. von Dr. Hermann Finken, Dir. d. Königin Luise. Schule i. Königsberg i. Pr. Nr. 137.
- Mittelhochdeutsche Grammatik.** Der Nibelungen Nöt in Auswahl und mittelhochdeutsche Grammatik mit kurz. Wörterb. v. Dr. W. Golther, Prof. a. d. Univ. Rostock. Nr. 1.
- Morgenland. Geschichte des alten Morgenlandes** v. Dr. Fr. Hommel, Prof. an d. Universität München. Mit 9 Bildern u. 1 Karte. Nr. 43.

- Morphologie und Organographie der Pflanzen** v. Prof. Dr. M. Nordhausen in Kiel. Mit 123 Abbildgn. Nr. 141.
- Würfel.** Die Industrie d. künstlichen Bausteine und des Würfels von Dr. G. Rauter in Charlottenburg. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.
- Mundarten, Die deutschen,** von Prof. Dr. F. Reis in Mainz. Nr. 605.
- Mundarten, Plattdeutsche,** von Dr. Hubert Grimme, Professor an der Univerf. Münster i. W. Nr. 461.
- Münzwesen. Maß-, Münz- und Gewichtswesen** von Dr. Aug. Blind, Prof. a. d. Handelsschule in Köln. Nr. 283.
- Murner, Thomas. Martin Luther u. Thomas Murner.** Ausgewählt u. m. Einleitungen u. Numerf. versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnaf. zu Leipzig. Nr. 7.
- Musik, Geschichte der alten und mittelalterlichen,** v. Dr. A. Nöhler in Steinhaußen. 2 Bdch. Mit zahlr. Abb. u. Musikbeil. Nr. 121 u. 347.
- Musikalische Kunst** von Professor Dr. Karl L. Schäfer in Berlin. Mit 36 Abbildungen. Nr. 21.
- Musikal. Formenlehre (Kompositionslehre)** von Stephan Krehl. I. II. Mit viel. Notenbeisp. Nr. 149, 150.
- Musikästhetik** von Dr. Karl Grunsky in Stuttgart. Nr. 344.
- Musikgeschichte des 17. und 18. Jahrhunderts** von Dr. Karl Grunsky in Stuttgart. Nr. 239.
- Musikgeschichte seit Beginn des 19. Jahrhunderts** v. Dr. K. Grunsky in Stuttgart. I. II. Nr. 164, 165.
- Musiklehre, Allgemeine,** von Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 220.
- Mythologie, Germanische,** von Dr. Eugen Moqf, Prof. a. d. Universität Leipzig. Nr. 15.
- **Griechische u. römische,** von Prof. Dr. Herm. Steuding, Rektor des Gymnaf. in Schneeberg. Nr. 27.
- Nadelhölzer, Die,** von Dr. F. W. Neger, Prof. an der Königl. Forstakademie zu Tharandt. Mit 85 Abbildungen, 5 Tabellen und 3 Karten. Nr. 355.
- Nahrungsmittel. Ernährung u. Nahrungsmittel** v. Oberstabsarzt Prof. S. Bischoff in Berlin. Mit 4 Abbildungen. Nr. 464.
- Nautik.** Kurzer Abrif d. täglich an Bord von Handelsschiffen angew. Theils d. Schifffahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Dir. d. Navigationschule zu Lübed. Mit 56 Abbildgn. Nr. 84.
- Neugriechisch-deutsches Gesprächsbuch** mit besond. Berücksichtigung d. Umgangssprache v. Dr. Johannes Kalitjunatis, Doz. am Seminar für orient. Sprache in Berlin. Nr. 587.
- Neunzehntes Jahrhundert. Geschichte des 19. Jahrhunderts** von Oskar Jäger, o. Honorarprof. a. d. Univ. Bonn. 1. Bdch.: 1800—1852. Nr. 216. — — 2. Bändchen: 1853 bis Ende des Jahrhunderts. Nr. 217.
- Neutestamentliche Zeitgeschichte** von Lic. Dr. W. Staerk, Prof. a. der Univ. in Gena. I: Der historische u. kulturgeschichtl. Hintergrund d. Urchristentums. W. 3 Karten. Nr. 325. — — II: Die Religion d. Judentums im Zeitalter des Hellenismus und der Römerherrschaft. Mit 1 Planf. Nr. 326.
- Nibelunge Nöt, Der,** in Auswahl und mittelhochdeutsche Grammatik mit kurzem Wörterb. v. Dr. W. Goltner, Prof. an der Univ. Rostock. Nr. 1.
- Nordische Literaturgeschichte I: Die isländ. u. norweg. Literatur des Mittelalters** v. Dr. Wolfg. Goltner, Prof. an der Universität Rostock. Nr. 254.
- Nutzpflanzen** von Prof. Dr. F. Behrens, Vorst. d. Großherzogl. landwirtschaftl. Versuchsanst. Augustenberg. Mit 53 Figuren. Nr. 123.
- Öle.** Die Fette u. Öle sowie d. Seifen- u. Kerzenfabrikation u. d. Harze, Lade, Firnisse mit ihren wichtigsten Hilfsstoffen von Dr. Karl Braun in Berlin. I: Einführung in d. Chemie, Besprechung einiger Salze u. der Fette und Öle. Nr. 335.
- Öle und Riechstoffe, Atherische,** von Dr. F. Rochussen in Wittig. Mit 9 Abbildungen. Nr. 446.
- Optik.** Einführung in d. geometrische Optik von Dr. W. Hinrichs in Wilmersdorf-Berlin. Nr. 532.
- Orientalische Literaturen.** Die Literaturen des Orients von Dr. M. Haberlandt, Privatdoz. an d. Universität Wien. I: Die Literaturen Ostasiens und Indiens. Nr. 162.

- Orientalische Literaturen.** Die Literaturen des Orients von Dr. M. Haberlandt, Privatdoz an d. Universität Wien. II: Die Literaturen d. Perser, Semiten und Türken. Nr. 163.
- **Die christlichen Literaturen des Orients** von Dr. Ant. Baumstark. I: Einleitg. — Das christl.-aramäische u. d. kopt. Schrifttum. Nr. 527.
- II: Das christlich-arabische und das äthiopische Schrifttum. — Das christliche Schrifttum der Armenier und Georgier. Nr. 528.
- Ortsnamen im Deutschen,** Die, ihre Entwicklung u. ihre Herkunft von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig-Gohlis. Nr. 573.
- Ostafrika.** Die deutschen Kolonien III: Ostafrika von Prof. Dr. A. Dove. Mit 16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 567.
- Osterreich.** Osterreichische Geschichte von Prof. Dr. Franz v. Kroneg, neubearb. von Dr. Karl Uhlirz, Prof. a. d. Univ. Graz. I: Von d. Urzeit b. z. Tode König Albrechts II. (1439). Mit 11 Stammtaf. Nr. 104.
- II: Vom Tode König Albrechts II. bis z. Westf. Frieden (1440—1648). Mit 3 Stammtafeln. Nr. 105.
- **Landeskunde v. Osterreich-Ungarn** von Dr. Alfred Grund, Prof. an d. Universität Prag. Mit 10 Textillustrationen u. 1 Karte. Nr. 244.
- Ovidius Naso,** Die Metamorphosen des. In Auswahl mit einer Einleit. u. Anmerk. herausgeg. v. Dr. Jul. Ziehen in Frankfurt a. M. Nr. 442.
- Pädagogik im Grundriß** von Professor Dr. W. Rein, Direktor d. Pädagog. Seminars a. d. Univ. Jena. Nr. 12.
- **Geschichte der, von Oberlehrer Dr. G. Weimer in Wiesbaden.** Nr. 145.
- Paläogeographie.** Geolog. Geschichte der Meere und Festländer von Dr. Franz Kossmat in Wien. Mit 6 Karten. Nr. 406.
- Paläoklimatologie** von Dr. Wilh. H. Eckardt i. Weilburg (Sahn). Nr. 482.
- Paläontologie** von Dr. Rud. Hoernes, Professor an der Universität Graz. Mit 87 Abbildungen. Nr. 95.
- **und Abstammungslehre** von Dr. Karl Diener, Prof. an der Univerf. Wien. Mit 9 Abbild. Nr. 460
- Palästina.** Landes- und Volkskunde Palästinas von Lic. Dr. Gustav Hölscher in Halle. Mit 8 Vollbildern und 1 Karte. Nr. 345.
- Parallelperspektive.** Rechtwinklige u. schiefwinklige Trigonometrie v. Prof. J. Bunderlinn in Münster. Mit 121 Figuren. Nr. 260.
- Personennamen,** Die deutschen, v. Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 422.
- Peru.** Die Cordillerenstaaten von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. I: Einleitung, Bolivia und Peru. Mit 16 Tafeln u. 1 lith. Karte. Nr. 652.
- Petrographie** v. Dr. W. Ruhns, Prof. an der Bergakademie Clausthal. Mit 15 Abbildungen. Nr. 173.
- Pflanze,** Die, ihr Bau und ihr Leben von Prof. Dr. E. Dennert. Mit 96 Abbildungen. Nr. 44.
- Pflanzenbaulehre.** Ackerbau- und Pflanzenbaulehre von Dr. Paul Rippert in Effen u. Ernst Langenbeck in Groß-Lichterfelde. Nr. 232.
- Pflanzenbiologie** v. Dr. W. Migula, Professor an d. Forstakademie Eisenach. I: Allgemeine Biologie. Mit 43 Abbildungen. Nr. 127.
- Pflanzenernährung.** Agrikulturchemie I: Pflanzenernährung v. Dr. Karl Grauer. Nr. 329.
- Pflanzengeographie** von Professor Dr. Ludwig Diels in Marburg (Hessen). Nr. 389.
- Pflanzenkrankheiten** von Dr. Werner Friedr. Bruch, Privatdoz. i. Gießen. Mit 1 farb. Tafel und 45 Abbildgn. Nr. 310.
- Pflanzenmorphologie.** Morphologie u. Organographie d. Pflanzen von Prof. Dr. M. Nordhausen in Kiel. Mit 123 Abbildungen. Nr. 141.
- Pflanzenphysiologie** von Dr. Adolf Hansen, Prof. an der Universität Gießen. Mit 43 Abbild. Nr. 591.
- Pflanzenreichs,** Die Stämme des, von Privatdoz. Dr. Rob. Pilger,ustos am Kgl. Botan. 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. G. Miesche in Leipzig. Mit 79 Abbildungen. Nr. 556.



- Pharmakognosie.** Von Apotheker F. Schmitthenner, Assist. a. Botan. Institut d. Techn. Hochschule Karlsruhe. Nr. 251.
- Pharmazeutische Chemie** von Privatdozent Dr. C. Mannheim in Bonn. 4 Bändchen. Nr. 543/44, 588, 682.
- Philologie, Geschichte d. Klassischen,** v. Dr. Wilh. Kroll, ord. Prof. a. d. Univ. Münster in Westf. Nr. 367.
- Philosophie, Einführung in die,** von Dr. Max Wentzler, Professor an der Universität Bonn. Nr. 281.
- Philosophie, Geschichte d., IV: Neuere Philosophie bis Kant** von Dr. B. Bauch, Professor an der Universität Jena. Nr. 394.
- — **V: Immanuel Kant** von Dr. Bruno Bauch, Professor an d. Universität Jena. Nr. 536.
- — **VI: Die Philosophie im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts** von Arthur Drews, Prof. der Philosophie an der Techn. Hochschule in Karlsruhe. Nr. 571.
- **Hauptprobleme der,** v. Dr. Georg Simmel, Professor an der Universität Berlin. Nr. 500.
- **Psychologie und Logik zur Einf. in d. Philosophie** von Prof. Dr. Th. Effenhans. Mit 13 Fig. Nr. 14.
- Photographie, Die.** Von H. Kessler, Prof. an d. I. I. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 3 Taf. und 42 Abbild. Nr. 94.
- Physik, Theoretische,** von Dr. Gustav Jäger, Prof. der Physik an der Techn. Hochschule in Wien. I. Teil: Mechanik und Akustik. Mit 24 Abbildungen. Nr. 76.
- — **II. Teil: Licht u. Wärme.** Mit 47 Abbildungen. Nr. 77.
- — **III. Teil: Elektrizität u. Magnetismus.** Mit 33 Abbild. Nr. 78.
- — **IV. Teil: Elektromagnet. Lichttheorie und Elektronik.** Mit 21 Fig. Nr. 374.
- Physik, Geschichte der,** von Prof. A. Rißner in Wertheim a. M. I: Die Physik bis Newton. Mit 13 Fig. Nr. 293.
- — **II: Die Physik von Newton bis z. Gegenwart.** Mit 3 Fig. Nr. 294.
- Physikalisch-Chemische Rechenaufgaben** von Prof. Dr. R. Abegg und Privatdozent Dr. O. Sackur, beide an der Univ. Breslau. Nr. 445.
- Physikalische Aufgabensammlung** von G. Mahler, Prof. der Mathematik u. Physik am Gymnasium in Ulm. Mit den Resultaten. Nr. 243.
- **Formelsammlung** von G. Mahler, Professor am Gymnasium in Ulm. Mit 65 Figuren. Nr. 136.
- **Messungsmethoden** von Dr. Wilh. Bahrdt, Oberlehrer an der Oberrealschule in Groß-Lichterfelde. Mit 49 Figuren. Nr. 301.
- **Tabellen v. Dr. A. Leick,** Oberlehrer an der Comeniuschule zu Berlin-Schöneberg. Nr. 650.
- Physiologische Chemie** von Dr. med. A. Lehmann in Berlin. I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.
- — **II: Dissimilation.** Mit 1 Taf. Nr. 241.
- Physische Geographie** von Dr. Siegm. Günther, Prof. an der Kgl. Techn. Hochschule in München. Mit 32 Abbildungen. Nr. 26.
- Physische Meereskunde** von Prof. Dr. Gerh. Schott, Abteilungsdir. b. d. Deutsch. Seewarte in Hamburg. M. 39 Abb. im Text u. 8 Taf. Nr. 112.
- Pilze, Die.** Eine Einführung in die Kenntnis ihrer Formenreihen von Prof. Dr. G. Lindau in Berlin. Mit 10 Figurengruppen i. Text. Nr. 574.
- **Spalt- und Schleimpilze.** Eine Einführung in ihre Kenntnis von Prof. Dr. Gustav Lindau, Rustos am Kgl. Botanischen Museum und Privatdozent der Botanik an der Universität Berlin. Mit 11 Abbildungen. Nr. 642.
- Planetenystem. Astronomie** (Größe, Bewegung u. Entfernung d. Himmelskörper) von A. F. Möbius, neu bearb. von Dr. Herm. Nobold, Prof. a. d. Univ. Kiel. I: Das Planetenystem. Mit 33 Abbild. Nr. 11.
- Plankton, Das, des Meeres** von Dr. G. Stiasny in Wien. Mit vielen Abbildungen. Nr. 675.
- Plastik, Die, des Abendlandes** von Dr. Hans Stegmann, Direktor des Bayer. 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. Hub. Grimme, Professor an der Universität Münster i. W. Nr. 461.

- Poetik, Deutsche**, v. Dr. K. Borinski, Prof. a. d. Univ. München. Nr. 40.
- Polarlicht. Erdmagnetismus, Erdstrom u. Polarlicht** von Dr. A. Rippoldt, Mitglied des Kgl. Preuß. Meteorolog. Instituts zu Potsdam. Mit 7 Taf. u. 16 Figuren. Nr. 175.
- Polnische Geschichte** von Dr. Clemens Brandenburger in Posen. Nr. 338.
- Pommern. Landeskunde von Pommern** von Dr. W. Deede, Prof. an der Universität Freiburg i. B. Mit 10 Abb. und Karten im Text und 1 Karte in Lithographie. Nr. 575.
- Portugiesische Geschichte** v. Dr. Gustav Diercks in Berlin-Steglitz. Nr. 622.
- Portugiesische Literaturgeschichte** von Dr. Karl von Reinhardtstoettner, Professor an der Kgl. Techn. Hochschule München. Nr. 213.
- Posamentiererei. Textil-Industrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation** v. Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Fig. Nr. 185.
- Postrecht** von Dr. Alfred Wolde, Postinspektor in Bonn. Nr. 425.
- Preßluftwerkzeuge, Die**, von Dipl.-Ing. P. Mits, Oberlehrer an der Kgl. Techn. Schule in Straßburg. Mit 82 Figuren. Nr. 493.
- Preussische Geschichte. Brandenburgisch-Preussische Geschichte** v. Prof. Dr. M. Thamm, Direktor d. Kaiser Wilhelms-Gymnasiums in Montaubaur. Nr. 600.
- Preussisches Staatsrecht** von Dr. Fritz Stier-Somlo, Prof. an der Univ. Bonn. 2 Teile. Nr. 298, 299.
- Psychiatrie, Forensische**, von Professor Dr. W. Wegandt, Dir. der Frennanstalt Friedrichsberg in Hamburg. 2 Bändchen. Nr. 410 und 411.
- Psychologie und Logik zur Einführung in d. Philosophie** v. Prof. Dr. Th. Eisenhans. Mit 13 Fig. Nr. 14.
- Psychophysik, Grundriß der**, v. Prof. Dr. G. F. Lipps in Zürich. Mit 3 Figuren. Nr. 98.
- Pumpen, Druckwasser- und Druckluft-Anlagen. Ein kurzer Überblick** von Dipl.-Ing. Rudolf Bogdt, Regierungsbaumeister a. D. in Aachen. Mit 87 Abbildungen. Nr. 290.
- Quellentunde d. deutschen Geschichte** von Dr. Carl Jacob, Prof. an der Universität Tübingen. 1. Band. Nr. 279.
- Radioaktivität** von Dipl.-Ing. Wilh. Frommel. Mit 21 Abbildungen. Nr. 317.
- Rechnen, Daß, in der Technik u. seine Hilfsmittel** (Rechenschieber, Rechen tafeln, Rechenmaschinen usw.) von Ing. Joh. Eug. Mayer in Freiburg i. Br. Mit 30 Abbild. Nr. 405.
- **Kaufmännisches**, von Professor Richard Just, Oberlehrer an der Öffentlichen Handelslehreanstalt der Dresdener Kaufmannschaft. I. II. III. Nr. 139, 140, 187.
- Recht des Bürgerlichen Gesetzbuchs. Erstes Buch: Allg. Teil. I: Einleitung — Lehre v. d. Personen u. v. d. Sachen** v. Dr. P. Dertmann, Prof. a. d. Univ. Erlangen. Nr. 447.
- — II: Erwerb u. Verlust, Geltendmachung u. Schutz der Rechte von Dr. Paul Dertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 448.
- **Zweites Buch: Schuldrecht. I. Abtheilung: Allgemeine Lehren** von Dr. Paul Dertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 323.
- — II, Abt.: Die einzelnen Schuldverhältnisse v. Dr. Paul Dertmann, Prof. an der Universität Erlangen. Nr. 324.
- **Drittes Buch: Sachenrecht** von Dr. F. Frenschmar, Oberlandesgerichtsrat in Dresden. I: Allgem. Lehren. Besitz und Eigentum. Nr. 480.
- — II: Begrenzte Rechte. Nr. 481.
- **Viertes Buch: Familienrecht** von Dr. Heinrich Tixe, Professor an der Universität Göttingen. Nr. 305.
- **Fünftes Buch: Erbrecht** von Dr. Wilhelm von Blume, ord. Prof. der Rechte an der Universität Tübingen. I. Abteilung: Einleitung. — Die Grundlagen des Erbrechts. Nr. 659.
- — II. Abteilung: Die Nachlassbetheiligten. Mit 23 Figuren. Nr. 660.
- Recht der Versicherungsunternehmungen, Daß**, von Regierungsrat a. D. Dr. jur. K. Leibl, erstem Direktor der Nürnberger Lebensversicherungsbank, früher Mitglied des Kaiserlichen Aufsichtsamts für Privatversicherung. Nr. 635.

- Rechtsschutz, Der internationale gewerbliche**, von F. Neuberg, Kaiserl. Regierungsrat, Mitglied d. Kaiserl. Patentamts zu Berlin. Nr. 271.
- Rechtswissenschaft, Einführung in die**, von Dr. Theodor Sternberg in Berlin. I: Methoden- und Quellenlehre. Nr. 169.  
— II: Das System. Nr. 170.
- Rebelehre, Deutsche**, v. Hans Probst, Gymnasialprof. in Bamberg. Nr. 61.
- Rebelschrift** siehe: Stenographie.
- Reichsfinanzen, Die Entwicklung der**, von Präsident Dr. R. van der Borght in Berlin. Nr. 427.
- Religion, Die Entwicklung der christlichen**, innerhalb des Neuen Testaments von Professor Dr. Lic. Carl Clemen Nr. 388.
- Religion, Die, des Judentums im Zeitalter des Hellenismus u. der Römerherrschaft** von Lic. Dr. W. Staerk (Neutestamentliche Zeitgeschichte II.) Mit einer Planf. Nr. 326.
- Religionen der Naturvölker, Die**, von Dr. Th. Achelis, Professor in Bremen. Nr. 449.
- Religionswissenschaft, Abriss der vergleichenden**, von Professor Dr. Th. Achelis in Bremen. Nr. 208.
- Renaissance. Die Kultur der Renaissance. Gesittung, Forschung, Dichtung** v. Dr. Robert F. Arnold, Prof. an der Universität Wien. Nr. 189.
- Reptilien. Das Tierreich III: Reptilien und Amphibien.** Von Dr. Franz Werner, Prof. a. d. Univ. Wien. Mit 48 Abb. Nr. 388.
- Rheinprovinz, Landeskunde der**, von Dr. B. Steinede, Direktor d. Realgymnasiums in Essen. Mit 9 Abb., 3 Rärtchen und 1 Karte. Nr. 308.
- Riechstoffe. Atherische Öle und Riechstoffe** von Dr. F. Rochussen in Miltiz. Mit 9 Abb. Nr. 446.
- Roman. Geschichte des deutschen Romans** von Dr. Hellm. Mielle. Nr. 229.
- Romanische Sprachwissenschaft** von Dr. Adolf Zauner, Prof. a. d. Univ. Graz. 2 Bände. Nr. 128, 250.
- Römische Altertumskunde** von Dr. Leo Bloch in Wien. Mit 8 Vollbildern. Nr. 45.
- Römische Geschichte von Realgymnasial-Direktor Dr. Jul. Koch** in Grunewald. 2 Bdchn. (I: Königszeit und Republik. II: Die Kaiserzeit bis zum Untergang des Weströmischen Reiches.) Nr. 19 u. 677.
- Römische Literaturgeschichte** von Dr. Hermann Joachim in Hamburg. Nr. 52.
- Römische und griechische Mythologie** von Professor Dr. Hermann Steuding, Rektor des Gymnasiums in Schneeberg. Nr. 27.
- Römische Rechtsgeschichte** von Dr. Robert von Mayr, Prof. an der Deutschen Univ. Prag. 1. Buch: Die Zeit d. Volksrechtes. 1. Hälfte: Das öffentliche Recht. Nr. 577.  
— 2. Hälfte: Das Privatrecht. Nr. 578.  
— 2. Buch: Die Zeit des Amts- und Verkehrsrechtes. 1. Hälfte: Das öffentliche Recht. Nr. 645.  
— 2. Hälfte: Das Privatrecht I. Nr. 646.  
— 2. Hälfte: Das Privatrecht II. Nr. 647.
- 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. d. Handelshochschule Berlin. I. Teil: Auswahl moderner Prosa u. Poesie mit ausführlichen Anmerkungen u. Akzentbezeichnung. Nr. 403.  
— II. Teil: Всеволодъ Гаршинъ, Рассказы. Mit Anmerkungen und Akzentbezeichnungen. Nr. 404.
- Russische Literaturgeschichte** von Dr. Georg Polonskij in München. Nr. 166.

- Russisches Vokabelbuch, Kleines,** von Dr. Erich Boehme, Lektor an der Handelshochschule Berlin. Nr. 475.
- Sachenrecht. Recht d. Bürgerl. Gesetzbuches. Drittes Buch: Sachenrecht** von Dr. F. Arschjmar, Oberlandesgerichtsrat i. Dresden. I: Allgemeine Lehren. Besitz u. Eigentum, — II: Begrenzte Rechte. Nr. 480. 481.
- Sachs, Hans.** Ausgewählt u. erläutert. v. Prof. Dr. Julius Sahr. Nr. 24.
- Sachsen. Sächsische Geschichte** v. Prof. Otto Raemmel, Rektor d. Nikolai-Gymnasiums zu Leipzig. Nr. 100.
- **Landeskunde des Königreichs Sachsen** v. Dr. J. Ziemrich, Oberlehrer am Realgymnas. in Plauen. Mit 12 Abbildungen u. 1 Karte. Nr. 258.
- Säugetiere. Das Tierreich I: Säugetiere** von Oberstudienrat Prof. Dr. Kurt Lampert, Vorsteher des Kgl. Naturalienkabinetts in Stuttgart. Mit 15 Abbildungen. Nr. 282.
- Schattenkonstruktionen** von Professor F. Wönderlin in Münster. Mit 114 Figuren. Nr. 236.
- Schiffs- und Küstenartillerie bis zur Gegenwart, Die Entwicklung der,** von Korvettenkapitän Hüning. Mit Abbild. und Tabellen. Nr. 606.
- Schleswig-Holstein. Landeskunde von Schleswig-Holstein, Helgoland u. der freien und Hansestadt Hamburg** von Dr. Paul Hambruch, Abteilungsvorsteher am Museum für Völkerkunde in Hamburg. Mit Abb., Plänen, Profilen und 1 Karte in Lithographie. Nr. 563.
- Schleusenbau. Kanal- u. Schleusenbau** von Regierungsbaumeister Otto Rappold in Stuttgart. Mit 78 Abbildungen. Nr. 585.
- Schmalspurbahnen (Klein-, Arbeits- u. Feldbahnen)** v. Dipl.-Ing. Aug. Boshart in Nürnberg. Mit 99 Abbildungen. Nr. 524.
- Schmarozer und Schmarozerkernum in der Tierwelt. Erste Einführung in die tierische Schmarozerkunde** von Dr. Franz v. Wagner, a. o. Prof. a. d. Univ. Graz. Mit 67 Abbildgn. Nr. 151.
- Schreiner-Arbeiten. Tischler- (Schreiner-) Arbeiten I: Materialien, Handwerkzeuge, Maschinen, Einzelverbindungen, Fußböden, Fenster, Fensterladen, Treppen, Aborte** von Prof. E. Biehweiger, Architekt in Köln. Mit 628 Fig. auf 75 Tafeln. Nr. 502.
- Schuldrecht. Recht des Bürgerl. Gesetzbuches. Zweites Buch: Schuldrecht. I. Abteilung: Allgemeine Lehren** von Dr. Paul Dertmann, Prof. a. d. Univ. Erlangen. Nr. 323.
- II. Abteilung: Die einzelnen Schuldverhältnisse von Dr. Paul Dertmann, Professor a. d. Universität Erlangen. Nr. 324.
- Schule, die deutsche, im Auslande** von Hans Amrhein, Seminar-Oberlehrer in Rheydt. Nr. 259.
- Schulhaus. Die Baukunst des Schulhauses** von Prof. Dr.-Ing. Ernst Bettelein in Darmstadt. I: Das Schulhaus. Mit 38 Abbild. II: Die Schulräume — Die Nebenanlagen. Mit 31 Abbild. Nr. 443 und 444.
- Schulpraxis. Methodik d. Volksschule** von Dr. A. Seyfert, Seminardirektor in Bichopau. Nr. 50.
- Schweiß- und Schneidverfahren, Das autogene,** von Ingenieur Hans Niese in Kiel. Mit 30 Fig. Nr. 499.
- Schweiz. Schweizerische Geschichte** von Dr. R. Dändliker, Professor an der Universität Zürich. Nr. 188.
- **Landeskunde der Schweiz** von Prof. Dr. H. Wässer in Bern. Mit 16 Abb. und 1 Karte. Nr. 398.
- Schwimmanstalten. Öffentl. Bade- und Schwimmanstalten** von Dr. Karl Wolff, Stadt-Oberbaurat in Hannover. Mit 50 Fig. Nr. 380.
- Seemacht, Die, in der deutschen Geschichte** von Wirkl. Admiralitätsrat Dr. Ernst von Halle, Professor an der Universität Berlin. Nr. 370.
- Seerecht, Das deutsche,** von Dr. Otto Brandis, Oberlandesgerichtsrat in Hamburg. I: Allgemeine Lehren: Personen und Sachen des Seerechts. Nr. 386.
- II: Die einzelnen seerechtlichen Schuldverhältnisse: Verträge des Seerechts und außervertragliche Haftung. Nr. 387.

- Seifenfabrikation, Die, die Seifenanalyse und d. Kerzenfabrikation** v. Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette u. Ole II.) Mit 25 Abbildgn. Nr. 336.
- Semitische Sprachwissenschaft** von Dr. E. Brodelmann, Professor an der Univ. Königsberg. Nr. 291.
- Serbokroatische Grammatik** von Dr. Vladimir (orovic, Bibliothekar des bosn.-herzegov. Landesmuseums in Sarajevo (Bosnien). Nr. 638.
- Silikate. Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels** von Dr. Gustav Rauter in Charlottenburg. I: Glas u. keramische Industrie. M. 12 Taf. Nr. 233.  
— II: Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.
- Simplicius Simplicissimus** von Hans Jakob Christoffel v. Grimmelshausen. In Auswahl herausgeg. von Prof. Dr. F. Bobertag, Dozent an der Universität Breslau. Nr. 138.
- Skandinavien, Landeskunde von**, (Schweden, Norwegen u. Dänemark) von Heinrich Kerp, Kreisinspektor in Kreuzburg. Mit 11 Abb. und 1 Karte. Nr. 202.
- Slavische Literaturgeschichte** von Dr. Josef Karásek in Wien. I: Ältere Literatur bis zur Wiedergeburt. Nr. 277.  
— II: Das 19. Jahrh. Nr. 278.
- Soziale Frage. Die Entwicklung der sozialen Frage** von Professor Dr. Ferdin. Tönnies. Nr. 353.
- Sozialversicherung** von Prof. Dr. Alfred Manes in Berlin. Nr. 267.
- Soziologie** von Prof. Dr. Thomas Achelis in Bremen. Nr. 101.
- Spalt- und Schleimpilze. Eine Einführung in ihre Kenntnis** von Prof. Dr. Gustav Lindau, Rustos am Rgl. Botanischen Museum und Privatdozent der Botanik an der Universität Berlin. Mit 11 Abbildungen. Nr. 642.
- Spanien. Spanische Geschichte** von Dr. Gustav Diercks. Nr. 266.  
— **Landeskunde der Iberischen Halbinsel** v. Dr. Fritz Regel, Prof. an der Univ. Würzburg. Mit 8 Karten und 8 Abbild. im Text und 1 Karte in Farbendruck. Nr. 235.
- Spanische Handelskorrespondenz** von Dr. Alfredo Nadal de Mariezcurrena. Nr. 295.
- Spanische Literaturgeschichte** v. Dr. Rud. Beer, Wien. I. II. Nr. 167, 168.
- Speicher, Industrielle und gewerbliche Bauten** (Speicher, Lagerhäuser u. Fabriken) v. Architekt Heinr. Salzmann in Düsseldorf. II: Speicher u. Lagerhäuser. Mit 123 Fig. Nr. 512.
- Spinnerei. Textilindustrie I: Spinnerei und Zwirnerei** von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Königl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 39 Figuren. Nr. 184.
- Spitzenfabrikation. Textilindustrie II: Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikat. u. Filzfabrikation** von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Rgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Fig. Nr. 185.
- Spruchdichtung. Walther von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang und Spruchdichtung.** Mit Anmerkgn. u. einem Wörterbuch v. Otto Guntter, Prof. a. d. Oberrealschule u. an der Technischen Hochschule in Stuttgart. Nr. 23.
- Staatslehre, Allgemeine**, von Dr. Hermann Rehm, Prof. a. d. Universität Straßburg i. E. Nr. 358.
- Staatsrecht, Allgemeines**, von Dr. Julius Hatschel, Prof. d. Rechte an der Universität Göttingen. 3 Bändchen. Nr. 415—417.
- Staatsrecht, Preussisches**, von Dr. Fritz Stier-Somlo, Prof. a. d. Universität Bonn. 2 Teile. Nr. 298, 299.
- Stadt, Die deutsche, und ihre Verwaltung.** Eine Einführung in die Kommunalpolitik der Gegenwart. Herausgegeben von Dr. Otto Mofk, Beigeordn. der Stadt Düsseldorf I: Verfassung und Verwaltung im allgemeinen; Finanzen u. Steuern; Bildungs- und Kunstpflege; Gesundheitspflege. Nr. 617.  
— II: Wirtschafts- u. Sozialpolitik. Nr. 662.  
— III: Technik: Städtebau, Tief- u. Hochbau. Mit 48 Abbildungen. Nr. 663.
- Stammeskunde, Deutsche**, von Dr. Rudolf Much, a. o. Prof. a. d. Univ. Wien. M. 2 Kart. u. 2 Taf. Nr. 126.

- Statik** von W. Hauber, Dipl.-Ing. I. Teil: Die Grundlehren der Statik starrer Körper. Mit 82 Fig. Nr. 178.
- II. Teil: Angewandte Statik. Mit 61 Figuren. Nr. 179.
- **Graphische**, mit besond. Berücksichtigung der Einflußlinien von Kgl. Oberlehrer Dipl.-Ing. Otto Henkel in Mendtsburg. 1. Teil. Mit 121 Fig. Nr. 603.
- Steinhauerarbeiten.** Maurer- und Steinhauerarbeiten von Prof. Dr. phil. und Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildungen. Nr. 419—421.
- Stellwerke, Die mechanischen der Eisenbahnen**, von C. Scheibner, Kgl. Oberbaurat a. D. in Berlin. I: Signale und deren Anordnung. Selbständige mechanische Stellwerke. Mit 38 Abbild. Nr. 674.
- Stenographie.** Geschichte der Stenographie von Dr. Arthur Menz in Königsberg i. Pr. Nr. 501.
- Stenographie u. d. System v. J. A. Gabelsberger** von Dr. Albert Schramm, Landesamtsassessor in Dresden. Nr. 246.
- **Die Redeschrift des Gabelsberger'schen Systems** von Dr. Albert Schramm, Landesamtsassessor in Dresden. Nr. 368.
- Stenographie.** Lehrbuch d. Vereinfachten Deutschen Stenographie (Einig.-System Stolze-Schrey) nebst Schlüssel, Lesebüchen u. einem Anhang von Professor Dr. Amiel, Oberlehrer des Kadettenkorps in Lichterfelde. Nr. 86.
- **Redeschrift.** Lehrbuch der Redeschrift d. Systems Stolze-Schrey nebst Kürzungsbeisp., Lesebüchen, Schlüssel und einer Anleitung zur Steigerung der stenographischen Fertigkeit von Heinrich Dröse, amtl. bad. Landtagsstenograph in Karlsruhe (W.). Nr. 494.
- Stereochemie** von Dr. E. Wedekind, Prof. an der Universität Tübingen. Mit 34 Abbildungen. Nr. 201.
- Stereometrie** von Dr. R. Glaser in Stuttgart. Mit 66 Figuren. Nr. 97.
- Sternsystem.** Astronomie. Größe, Bewegung u. Entfernung d. Himmelskörper v. A. F. Möbius, neu bearb. v. Dr. Herm. Kobold, Prof. a. d. Univerf. Kiel. II: Kometen, Meteore u. das Sternsystem. Mit 15 Fig. u. 2 Sternarten. Nr. 529.
- Steuerysteme des Auslandes, Die**, v. Geh. Oberfinanzrat D. Schwarz in Berlin. Nr. 426.
- Stilkunde** v. Prof. Karl Otto Hartmann in Stuttgart. Mit 7 Vollbild. u. 195 Textillustrationen. Nr. 80.
- Stöchiometrische Aufgabensammlung** von Dr. Wilh. Bahrdt, Oberl. an d. Oberrealschule in Groß-Lichterfelde. Mit den Resultaten. Nr. 452.
- Straßenbahnen** von Dipl.-Ing. Aug. Boshart in Nürnberg. Mit 72 Abbildungen. Nr. 559.
- Strategie** von Löffler, Major im Kgl. Sächs. Kriegsmin. i. Dresd. Nr. 505.
- Ströme und Spannungen in Starkstromnetzen** v. Jos. Herzog, Dipl.-Elektroing. in Budapest u. Clarence Feldmann, Prof. d. Elektotechnik in Delft. Mit 68 Abb. Nr. 456.
- Südamerika. Geschichte Südamerikas** von Dr. Hermann Luft. I: Das spanische Südamerika (Chile, Argentinien und die kleineren Staaten). Nr. 632.
- II: Das portugiesische Südamerika (Brasilien). Nr. 672.
- Südseegebiet. Die deutschen Kolonien II: Das Südseegebiet und Kiautschou** v. Prof. Dr. K. Dove. M. 16 Taf. u. 1 lith. Karte. Nr. 520.
- Südwestafrika. Die deutschen Kolonien. IV: Südwestafrika** von Prof. Dr. K. Dove. Mit 16 Tafeln und 1 lithogr. Karte. Nr. 637.
- Talmud. Die Entstehung des Talmuds** von Dr. E. Funk in Moskowitz. Nr. 479.
- Talmudproben** von Dr. E. Funk in Moskowitz. Nr. 583.
- Technik. Das Rechnen in der Technik und seine Hilfsmittel** (Rechenchieber, Rechen tafeln, Rechenmaschinen usw.) von Ing. Joh. Eug. Mayer in Freiburg i. Br. Mit 30 Abbild. Nr. 405.
- Technisch-Chemische Analyse** von Dr. G. Lunge, Prof. a. d. Eidgenöss. Polytechn. Schule in Zürich. Mit 16 Abbildungen. Nr. 195.

- Technische Tabellen und Formeln** von Dr.-Ing. W. Müller, Dipl.-Ing. am Kgl. Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde. Mit 106 Figuren. Nr. 579.
- Technisches Wörterbuch**, enthaltend die wichtigsten Ausdrücke d. Maschinenbaues, Schiffbaues u. d. Elektrotechnik von Erich Krebs in Berlin.  
I. Teil: Dtsch.-Engl. Nr. 395.  
— II. Teil: Engl.-Dtsch. Nr. 396.  
— III. Teil: Dtsch.-Franz. Nr. 453.  
— IV. Teil: Franz.-Dtsch. Nr. 454.
- Technologie, Allgemeine chemische**, v. Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg Nr. 113.
- **Mechanische**, v. Geh. Hofrat Prof. A. Lübdke in Braunschweig. Nr. 340, 341.
- Teerfarbstoffe, Die**, mit bes. Berücksichtigung der synthetisch. Methoden v. Dr. Hans Bucherer, Prof. a. d. Kgl. Techn. Hochschule, Dresd. Nr. 214.
- Telegraphenrecht** v. Postinspektor Dr. jur. Alfred Wolde in Bonn I: Einleitung. Geschichtliche Entwicklung. Die Stellung d. deutsch. Telegraphenwesens im öffentl. Rechte, allgemeiner Teil. Nr. 509.  
— II: Die Stellung d. deutsch. Telegraphenwesens im öffentl. Rechte, besonderer Teil. Das Telegraphen-Strafrecht. Rechtsverhältnis d. Telegraphie z. Publikum. Nr. 510.
- Telegraphie, Die elektrische**, v. Dr. Lud. Kellstab. Mit 19 Fig. Nr. 172.
- Testament. Die Entstehung des Alten Testaments** v. Lic. Dr. W. Staerk, Prof. a. d. Univ. Jena. Nr. 272.  
— **Die Entstehung des Neuen Testaments** v. Prof. Lic. Dr. Carl Clemen in Bonn. Nr. 285.
- Textilindustrie. I: Spinnerei und Zwirnerei** v. Prof. Mag. Gürtler, Geh. Reg.-Rat im Kgl. Landesgewerbeamt, Berlin. M. 9 Fig. Nr. 184.  
— II: **Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation** v. Prof. M. Gürtler, Geh. Regierungsrat i. Kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. M. 29 Fig. Nr. 185.  
— III: **Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe** von Dr. Wilh. Massot, Prof. a. d. Preuß. höheren Fachschule f. Textilindustr. in Krefeld. Mit 28 Fig. Nr. 186.
- Textiltechnische Untersuchungsmethoden** von Dr. Wilhelm Massot, Professor an der Färberei- u. Appreturschule Krefeld. I: Die Mikroskopie der Textilmaterialien. Mit 92 Figuren. Nr. 673.
- Thermodynamik (Technische Wärmelehre)** v. R. Walther u. M. Röttinger, Dipl.-Ing. M. 54 Fig. Nr. 242.
- Thermodynamik (Technische Wärmelehre). Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- und Kältemaschinen** von M. Röttinger, Dipl.-Ing. in Mannheim. Nr. 2.
- Thüringische Geschichte** v. Dr. Ernst Diebent in Leipzig. Nr. 352.
- Tierbiologie. Abriß der Biologie der Tiere** v. Dr. Heinrich Simroth, Prof. a. d. Univ. Leipzig. I: Entstehung u. Weiterbildung der Tierwelt. — Beziehungen zur organ. Natur. Mit 34 Abbild. Nr. 131.  
— II: Beziehungen der Tiere zur organischen Natur. Mit 35 Abbild. Nr. 654.
- Tiere, Entwicklungsgeschichte der**, von Dr. Johs. Meisenheimer, Prof. der Zoologie a. d. Universität Jena. I: Furchung, Primitivanlagen, Larven, Formbildung, Embryonalhüllen. Mit 48 Fig. Nr. 378.  
— II: Organbildung. Mit 46 Figuren. Nr. 379.
- Tiergeographie** v. Dr. Arnold Jacobi, Professor der Zoologie a. d. Kgl. Forstakademie zu Tharandt. Mit 2 Karten. Nr. 218.
- Tierkunde** von Dr. Franz v. Wagner, Prof. a. d. Universität Graz. Mit 78 Abbildungen. Nr. 60.
- Tierreich, Das, I: Säugetiere** v. Oberstudienr. Prof. Dr. Kurt Lampert, Vorst. d. Kgl. Naturalienkabinetts in Stuttgart. M. 15 Abb. Nr. 282.  
— III: **Reptilien und Amphibien** von Dr. Franz Werner, Prof. a. d. Univ. Wien. Mit 48 Abb. Nr. 383.  
— IV: **Fische** von Prof. Dr. Max Rauter in Neapel. Nr. 356.  
— V: **Insekten** von Dr. F. Groß in Neapel (Stazione Zoologica). Mit 56 Abbildungen. Nr. 594.  
— VI: **Die wirbellosen Tiere** von Dr. Ludw. Böhmig, Prof. d. Zool. a. d. Univ. Graz. I: Urtiere, Schwämme, Nesseltiere, Rippenquallen und Würmer. Mit 74 Fig. Nr. 439.

**Tierreich, Das, VI: Die wirbellosen Tiere** von Dr. Ludwig Böhmig, Prof. d. Zool. a. d. Univ. Graz. II: Krebse, Spinnentiere, Tausendfüßer, Weichtiere, Moostierchen, Armsfüßer, Stachelhäuter und Manteltiere. N. 97 Fig. Nr. 440.

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

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

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

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

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

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

**Trust. Kartell und Trust** von Dr. E. Tschiersch in Düsseldorf. Nr. 522.

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

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

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

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

**Ungarische Sprachlehre** v. Dr. Josef Szinnhei, v. ö. Prof. an der Universität Budapest. Nr. 595.

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

**Unterrichtswesen. Geschichte d. deutschen Unterrichtswesens** von Prof. Dr. Friedrich Seiler, Direktor des Königl. Gymnasiums zu Luckau. II. Teil: Vom Beginn d. 19. Jahrhunderts bis auf die Gegenwart. Nr. 276.

— **Das höhere und mittlere Unterrichtswesen in Deutschland** von Professor Dr. Jakob Wychgram, Schultat in Lübeck. Nr. 644.

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

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

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

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

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

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

**Vektoranalyse** von Dr. Siegf. Valentin, Prof. an der Bergakademie in Clausthal. Mit 16 Fig. Nr. 354.

**Venezuela. Die Cordillerenstaaten** von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen II: Ecuador, Colombia u. Venezuela. Mit 16 Tafeln und 1 lithogr. Karte. Nr. 653.

**Veranschlagen, Das**, im Hochbau. Kurzgefaßtes Handbuch üb. d. Wesen d. Kostenanschlags v. Architekt Emil Beutinger, Assistent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit vielen Fig. Nr. 385.

**Vereinigte Staaten. Landeskunde der Vereinigten Staaten** von Nordamerika von Professor Heinrich Fischer, Oberlehrer am Luisenstädt. Realgymnasium in Berlin. I. Teil: Mit 22 Karten und Figuren im Text und 14 Tafeln. Nr. 381.



- Vereinigte Staaten. Landeskunde der Vereinigten Staaten von Nordamerika** von Professor Heinrich Fischer, Oberlehrer am Luisenstädt. Realgymnasium i. Berlin. II. Teil: Mit 3 Karten im Text, 17 Tafeln u. 1 lith. Karte. Nr. 382.
- Vergil. Die Gedichte des P. Vergilius Maro.** In Auswahl mit einer Einleitung u. Anmerkungen herausgeg. von Dr. Julius Ziehen. I: Einleitung und Aeneis. Nr. 497.
- Vermessungskunde** von Dipl.-Ing. P. Wertmeister, Oberlehrer an der Kais. Techn. Schule in Strassburg i. E. I: Feldmessung und Nivellieren. Mit 146 Abb. Nr. 468.
- II: Der Theodolit. Trigonometrische u. barometr. Höhenmessung. Tachymetrie. Mit 109 Abbildungen. Nr. 469.
- Versicherungsmathematik** von Dr. Alfred Loewy, Professor an der Universität Freiburg i. B. Nr. 180.
- Versicherungsunternehmungen, Das Recht der, von Regierungsrat a. D. Dr. jur. K. Leibl, erstem Direktor der Nürnberger Lebensversicherungsbank, früher Mitglied des kaiserlichen Aufsichtsamts für Privatversicherung.** Nr. 635.
- Versicherungswesen, Das, von Dr. iur. Paul Moldenhauer, Professor der Versicherungswissenschaft an der Handelshochschule Köln. I: Allgemeine Versicherungslehre.** Nr. 262.
- II: Die einzelnen Versicherungszweige. Nr. 636.
- Völkerkunde v. Dr. Michael Haberlandt, I. u. I. Kustos d. ethnogr. Sammlung d. naturhist. Hofmuseums u. Privatdozent a. d. Univ. Wien. Mit 56 Abbild. Nr. 73.**
- Völkernamen. Länder- u. Völkernamen** von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig. Nr. 478.
- Volkbibliotheken (Bücher- u. Lesehallen), ihre Einrichtung u. Verwaltung** v. Emil Jaeschke, Stadtbibliothekar in Ebersfeld. Nr. 332.
- Volklied, Das deutsche, ausgewählt und erläutert** von Prof. Dr. Jul. Sahr. 2 Bändchen. Nr. 25, 132
- Volkswirtschaftslehre** von Dr. Carl Johs. Fuchs, Professor an der Universität Tübingen. Nr. 133.
- Volkswirtschaftspolitik v. Präsident Dr. R. van der Borcht, Berlin. Nr. 177.**
- Waffen, Die blanken, und die Schusswaffen, ihre Entwicklung** von der Zeit der Landsknechte bis zur Gegenwart m. besonderer Berücksichtigung der Waffen in Deutschland, Österreich-Ungarn und Frankreich von W. Gohlke, Feuerwerks-Major a. D. in Berlin-Steglitz. Mit 115 Abbildungen. Nr. 631.
- Wahrscheinlichkeitsrechnung** von Dr. Franz Haaf, Professor am Eberhard-Ludwigs-Gymnasium in Stuttgart. Mit 15 Fig. 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.
- Waltherlied, Das, im Vermaße der Urschrift übersezt u. erläutert** von Prof. Dr. S. Althof, Oberlehrer am Realgymnas. in Weimar. Nr. 46.
- Walther von der Vogelweide, mit Auswahl a. Minnesang u. Spruchdichtung.** Mit Anmerkgn. u. einem Wörterbuch v. Otto Günther, Prof. a. d. Oberrealschule und an der Techn. Hochsch. in Stuttgart. Nr. 23.
- Walzwerke. Die, Einrichtung und Betrieb.** Von Dipl.-Ing. A. Holverschmid, Oberlehrer a. d. Kgl. Maschinenbau- u. Hüttenschule in Duisburg. Mit 151 Abbild. Nr. 580.
- Warenhäuser. Geschäfts- u. Warenhäuser** von Hans Schliepmann, Königl. Baurat in Berlin. I: Vom Laden zum „Grand Magasin“. Mit 23 Abbildungen. Nr. 655.
- II: Die weitere Entwicklung der Kaufhäuser. Mit 39 Abbildungen. Nr. 656.
- Warenkunde** von Dr. Karl Hassaf, Prof. u. Leiter der I. I. Handelsakademie in Graz. I. Teil: Unorganische Waren. M. 40 Abb. Nr. 222.
- II. Teil: Organische Waren. Mit 36 Abbildungen. Nr. 223.
- Warenzeichenrecht, Das, Nach dem Gesetz z. Schutz d. Warenzeichnungen v. 12. Mai 1894.** Von Reg.-Rat F. Neuberg, Mitglied des kais. Patentamts zu Berlin. Nr. 360.

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

- Wirkerei. Textilindustrie II: Webe-  
rei, Wirkerei, Faszamentiererei,  
Spizen- u. Gardinenfabrikation  
und Filzfabrikation** von Prof. Max  
Gürtler, Geh. Regierungsrat im  
Königl. Landesgewerbeamt zu  
Berlin. Mit 29 Figuren. Nr. 185.
- Wirtschaftlichen Verbände, Die, v. Dr.  
Leo Müffelmann in Rosdorf.** Nr. 586.
- Wirtschaftspflege. Kommunale Wirt-  
schaftspflege** von Dr. Alfons Rieß,  
Magistratsass. in Berlin. Nr. 534.
- Wohnungsfrage, Die, v. Dr. L. Pöhle,  
Prof. der Staatswissenschaften zu  
Frankfurt a. M. I: Das Wohnungs-  
wesen in der modernen Stadt.**  
Nr. 495.
- **II: Die städtische Wohnungs-  
und Bodenpolitik.** Nr. 496.
- Wolfram von Eschenbach. Hartmann  
v. Aue, Wolfram v. Eschenbach  
und Gottfried von Straßburg.**  
Auswahl aus dem hof. Epos mit  
Anmerkungen und Wörterbuch von  
Dr. A. Marold, Prof. am Königl.  
Friedrichskollegium zu Königs-  
berg i. Pr. Nr. 22.
- Wörterbuch nach der neuen deutschen  
Rechtschreibung** von Dr. Heinrich  
Klenz. Nr. 200.
- **Deutsches,** von Dr. Richard Voewe  
in Berlin. Nr. 64.
- **Technisches,** enthaltend die wichtig-  
sten Ausdrücke des Maschinenbaues,  
Schiffbaues und der Elektrotechnik  
von Erich Krebs in Berlin. I. Teil:  
Deutsch-Englisch. Nr. 395.
- **II. Teil: Engl.-Dtsch.** Nr. 396.
- **III. Teil: Dtsch.-Franz.** Nr. 453.
- **IV. Teil: Franz.-Dtsch.** Nr. 454.
- Württemberg. Württembergische Ge-  
schichte v. Dr. Karl Weller, Prof.  
am Karlsghymnasium in Stuttgart.**  
Nr. 462.
- Württemberg. Landeskunde des  
Königreichs Württemberg** von  
Dr. A. Hassert, Professor der Geo-  
graphie an der Handelshochschule  
in Köln. Mit 16 Vollbildern u.  
1 Karte. Nr. 157.
- Zeichenschule** von Prof. A. Kimmich  
in Ulm. Mit 18 Tafeln in Ton-,  
Farben- und Golddruck und 200  
Voll- und Textbildern. Nr. 39.
- Zeichnen, Geometrisches,** von H.  
Beder, Architekt und Lehrer an der  
Baugewerkschule in Magdeburg,  
neu bearbeitet von Prof. F. Bon-  
derlinn, Direktor der königl. Bau-  
gewerkschule zu Münster. Mit 290  
Fig. u. 23 Taf. im Text. Nr. 58.
- Zeitungswesen, Das deutsche,** von Dr.  
H. Brunhuber, Köln a. Rh. Nr. 400.
- Zeitungswesen, Das moderne, (Syst.  
d. Zeitungslehre)** von Dr. Robert  
Brunhuber in Köln a. Rh. Nr. 320.
- Zeitungswesen, Allgemeine Geschichte  
des,** von Dr. Ludwig Salomon  
in Jena. Nr. 351.
- Zellenlehre und Anatomie der Pflan-  
zen** von Prof. Dr. H. Nische in  
Leipzig. Mit 79 Abbild. Nr. 556.
- Zentral-Perspektive** von Architekt  
Hans Freyberger, neu bearbeitet  
von Professor F. Bonderlinn, Di-  
rektor der königl. Baugewerkschule  
in Münster i. Westf. Mit 132 Fig.  
Nr. 57.
- Zimmerarbeiten** von Carl Opitz, Ober-  
lehrer an der Kais. Techn. Schule in  
Straßburg i. E. I: Allgemeines,  
Ballenlagen, Zwischenbeden und  
Deckenbildungen, hölz. Fußböden,  
Fachwerkwände, Hänge- und  
Sprengwerke. Mit 169 Ab-  
bildungen. Nr. 489.
- **II: Dächer, Wandbekleidungen,  
Simnschalungen, Block-, Bohlen-  
und Bretterwände, Säune, Türen,  
Lore, Tribünen und Baugerüste.**  
Mit 167 Abbildungen. Nr. 490.
- Zivilprozessrecht, Deutsches,** von Prof.  
Dr. Wilhelm Risch in Straßburg  
i. E. 3 Bände. Nr. 428—430.
- Zoologie, Geschichte der,** von Prof.  
Dr. Rud. Burdhardt. Nr. 357.
- Zündwaren** von Direktor Dr. Alfons  
Bujard, Vorst. des Städt. Chem.  
Laboratoriums Stuttgart. Nr. 109.
- Zwangsversteigerung, Die, und die  
Zwangsverwaltung** von Dr. F.  
Krehschmar, Oberlandesgerichtsrat  
in Dresden. Nr. 523.
- Zwirnerei. Textilindustrie I: Spin-  
nerei und Zwirnerei** von Prof.  
Max Gürtler, Geh. Regierungsrat  
im Königlichen Landesgewerbeamt  
zu Berlin. Mit 39 Fig. Nr. 184.

== Weitere Bände sind in Vorbereitung. ==

In unserm Verlag erschien soeben:

# Rußlands Kultur und Volkswirtschaft

Aufsätze und Vorträge im Auftrage der Vereinigung für staatswissenschaftliche Fortbildung zu Berlin

herausgegeben von Max Sering

Steif geheftet, Preis Mark 7.20

## Inhalt:

Die religiösen Grundlagen der russischen Kultur. Von Prof. Dr. Holl.

Die Bedeutung der neueren russischen Literatur. Von Prof. Dr. Brückner.

Die Grundzüge des russischen Rechts. Von Prof. Dr. Neubecker.

Die innere Entwicklung Rußlands seit 1905. Von Prof. Dr. Hoepfisch.

Die wirtschaftsgeographischen Grundlagen der russischen Volkswirtschaft. Von Prof. Dr. Ballod.

Die Durchführung der russischen Agrarreform. Von Prof. Dr. Mühagen.

Die gegenwärtige russische Agrargesetzgebung und ihre Durchführung in der Praxis. Von A. Koefoed.

Russische Industrie. Von Dr. Otto Goebel.

Die Petersburger Industrie. Von Wossidlo.

Die russischen Finanzen. Von Prof. Dr. Wilkow.

Rußlands Stellung in der Weltwirtschaft. Von Professor Dr. Wiedenfeld.

In unserm Verlag erschien soeben:

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

Erster Band: 1415—1870

Von Dr. Paul Darmstädter  
Professor an der Universität Göttingen

Broschiert M. 7.50, gebunden M. 9.50

Das Buch beabsichtigt, in kurzen Zügen, durchweg an der Hand der Quellen, einen Überblick über die Geschichte der Aufteilung und Kolonisation Afrikas, vom Zeitalter der Entdeckungen bis in unsere Tage zu geben. Wie der Titel andeutet, ist die Aufgabe eine doppelte: es soll die Aufteilung des Erdteils geschildert werden, ein Vorgang, der sich zum großen Teil in Europa abgespielt hat und ein wichtiges Kapitel der Weltgeschichte der neueren Zeit bildet; es soll dabei gezeigt werden, wie die Wertschätzung Afrikas in der Meinung der europäischen Völker jeweils eine verschiedene gewesen ist, natürlich unter dem Einfluß der herrschenden kolonialpolitischen Anschauungen, und wie dadurch der mehr oder minder rasche Gang der Aufteilung bestimmt wurde. Dann aber soll auch die Kolonisation, die Verwaltung und Ausnutzung der von den europäischen Nationen in Besitz genommenen Gebiete dargestellt und gezeigt werden, welche Bedeutung die afrikanischen Kolonien für die europäischen Völker gewonnen haben.

Der vorliegende erste Band behandelt die Epoche der portugiesischen Vorherrschaft (15. und 16. Jahrhundert), die Geschichte Afrikas in der Zeit des Sklavenhandels (17. und 18. Jahrhundert), und ausführlicher den Zeitraum vom Ende des 18. Jahrhunderts bis 1870, in dem namentlich die Darstellung der ägyptischen Expedition Napoleons sowie die Geschichte Algeriens und Südafrikas Interesse erwecken werden. In einem zweiten Bande soll die Geschichte der Aufteilung und Kolonisation Afrikas bis in die unmittelbare Gegenwart fortgeführt werden. Ein beträchtlicher und nicht unwichtiger Teil der Geschichte der neuesten Zeit — es sei nur an Tunis und Ägypten, Tripolis und Marokko, die Gründung des Kongo-Staats und der deutschen Kolonien, den Burenkrieg und die Einigung Südafrikas erinnert — wird in dem Buche zur Darstellung gelangen, das ebenso dem Kolonialpolitiker wie dem Historiker zu dienen bestimmt ist.

In unserm Verlag erschien ferner:

# Historik

Ein Organon geschichtlichen Denkens u. Forschens

Von

Dr. Ludwig Rieß

Privatdozent an der Universität Berlin

Erster Band

25 Bogen gr. 8°. Broschiert M. 7.50, in Halbfranz geb. M. 9.50

Die Aufgabe der „Historik“ ist von Wilhelm von Humboldt und von Johann Gustav Droysen am klarsten erfaßt worden. Sie muß die produktive Ausprägung der allgemeinen Gedanken sein, die in den mustergültigen geschichtlichen Betrachtungen übereinstimmend als Ausgangspunkt oder Zielpunkt der Forschung unmittelbar vorausgesetzt werden. Es handelt sich dabei nicht um die methodischen Kunstgriffe der Heuristik, Kritik und Interpretation, sondern um das Eindringen in den Kern aller menschlichen Beziehungen und in die Wirksamkeit der Kräfte, auf denen die Abwandlungen der historischen Begebenheiten beruhen. Dieses Element der Wirklichkeit geistig zu durchdringen ist die Aufgabe, die hier zum ersten Male zu lösen versucht wird. So gestaltet sich die Darstellung zu einer durch scharfe Begriffsbestimmungen und anschauliche Beispiele auf der Höhe wahrer Wissenschaft gehaltenen Enzyklopädie der Grundüberzeugungen der Geschichts- und Menschenkenner.



20,00

# Historie

Dr. Rudolph Virchow

Verlag von Julius Springer

Leipzig

Die Geschichte der Medizin ist eine Wissenschaft, die sich mit der Entwicklung der Medizin beschäftigt.

Die Geschichte der Medizin ist eine Wissenschaft, die sich mit der Entwicklung der Medizin beschäftigt. Sie untersucht die Entstehung und die Fortentwicklung der Medizin von den Anfängen bis zur Gegenwart. Die Geschichte der Medizin ist eine Wissenschaft, die sich mit der Entwicklung der Medizin beschäftigt. Sie untersucht die Entstehung und die Fortentwicklung der Medizin von den Anfängen bis zur Gegenwart. Die Geschichte der Medizin ist eine Wissenschaft, die sich mit der Entwicklung der Medizin beschäftigt. Sie untersucht die Entstehung und die Fortentwicklung der Medizin von den Anfängen bis zur Gegenwart.



14.955  

---

94

9 10/20 8  
7/11 52

S-84

5.89

S.93

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-302229



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000324774