

~~IV 1767 Ff 25~~

Sammlung Göschen

666

Wasserkraftanlagen



Regierungsbaumeister a. D. Th. Rümelin
Oberingenieur in Dresden

II

Gewinnung der Wasserkraft

Mit 35 Figuren



~~Int. IV, Ff 25 II~~

Berlin und Leipzig

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

1913



CT-183/2



Druck
der Spamerschen
Buchdruckerei zu Leipzig

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Literatur	4
I. Kapitel. Gewinnung der Wasserkräfte	5
§ 1. Der Staat und die Wasserkräfte.	5
§ 2. Durchführung eines Wasserkraftunternehmens.	8
§ 3. Vom Verdingungswesen.	16
§ 4. Auffinden der Wasserkräfte	22
II. Kapitel. Die Wasserkraftkonstituenten	25
§ 5. Der Wasserhaushalt	26
a) Ermittlung der Wassermenge.	30
b) Speicherung.	34
§ 6. Das Rohgefälle der Kraftstufe	37
a) Stauberechnungen an der Wasserentnahme.	37
b) Abflußberechnungen an der Wasserrückgabe	41
§ 7. Das Bruttogefälle der Kraftstation und seine Ermittlung	47
§ 8. Das Nettogefälle der Turbinen	59
III. Kapitel. Die Bauwürdigkeit	62
§ 9. Wirtschaftlichkeitsberechnungen	62
§ 10. Ertragsberechnungen	68
§ 11. Ermittlung der Betriebskosten	74
IV. Kapitel. Ausgestaltung der Einzelheiten (Ausgewählte Beispiele).	79
§ 12. Regelung der Wassermenge durch Überläufe	79
§ 13. Der Gefälleausgleich im Wasserschloß.	88
§ 14. Ausfluß aus freien Öffnungen	93
§ 15. Zur Berechnung von Sturzbetten	95
§ 16. Druckrohrleitungen	98
§ 17. Zur Berechnung von Schützenanlagen.	103
§ 18. Rechenanlagen	108
§ 19. Das Notwendigste aus der Turbinenprojektierung.	111
Nachwort über die Rechnungsschärfe beim Entwerfen.	117
Sachregister	119

Literatur.

Wasserrecht:

Außer der Literatur auf S. 8 noch besonders:

- Åström, WR in Nord- und Mitteleuropa. Leipzig 1905.
O. Mayr, Rechtliche Ausgestaltung d. WKre. Wien 1909.
Mk. 12,—.
Pfleghart, Grundzüge usw. über Verwertung d. WKre.
Zürich 1907.
Seidler, Reform des österr. WR. Leoben 1900.

Hydraulik:

- Vgl. die Angaben am Schluß des 2. Bändchens von
Holls Wasserturbinen und in L. L. 2. Aufl. den Artikel
„Hydraulik“ (von Lueger). Außerdem:
Foepppl, Techn. Mechanik, Bd. VI.
Forchheimer, Enz. d. math. Wiss. 4 (2), S. 351 ff.
Lorenz, Techn. Hydromechanik. München 1910.
Prašil, Wasserschloßprobleme. Zürich 1908. Mk. 1,30.

Wirtschaftlichkeit von WA:

- Röttinger, Wertbestimmungen v. WKren u. WA. Wien 1908.
Rümeliñ, Wirtschaftlichkeitsnachrechnungen an ausgef. WA.
Z. Arch. u. I. 1913.
Schiff, Wertminderungen an Betriebsanlagen. Berlin 1909.

Turbinenprojektierung:

- Die Spezialliteratur ist angeg. in Holl (S. G.), 2. Bändchen.
Für Projektierungen siehe ferner:
Holl, Proj. v. WA. mit d. Turbinenrechenschieber. München
1908. Mk. 3,50.
Rümelin, Die Haupttypen der Wasserkraftstationen in ta-
bellarischer Übersicht. Dresden 1913. Mk. 1,50.
-

I. Kapitel. Gewinnung der Wasserkräfte.

§ 1. Der Staat und die Wasserkräfte.

1. Da ein Staats- und Gesellschaftsleben nicht ohne Rechtsordnung und Zwangsgewalt denkbar ist, so folgt daraus, daß die Allgemeinheit ihrer zusammenfassenden obersten Gewalt unter anderem den Rechtsschutz über alle ihr gehörenden, öffentlichen Güter anvertraut. Ist das Wasser ein solches „öffentliches“ Gut?

Ein Beispiel. In einem Grundstück entspringt eine Quelle, deren Wasser in einem Bachgerinne durch den Garten fließt. Nach Verlassen des Gartens fließt das Quellwasser weiter durch die Wiesen des Ortes und wird von jedermann zur Bewässerung benützt, das nicht verwendete Wasser und das Abwasser gelangen schließlich in den Fluß. Der Gartenbesitzer beabsichtigt nun, die Quelle auszunützen, indem er sie fassen, am Bergabhang in Röhren hinunterleiten und in einer kleinen Station am Fuß des Berges die zu seiner Hausbeleuchtung nötigen 3—4 PS gewinnen will, worauf das Wasser wieder dem Fluß zugeführt werden soll. Ist dieser Ausbau ohne weiteres erlaubt? Wem gehört das Wasser, dem Garteneigentümer, den Wiesenanwohnern oder dem Staat? Besteht Entschädigungspflicht an die Wiesenanwohner? Kann der Staat, abgesehen von der Entschädigung, die Wasserkraft überhaupt verbieten? Es entsteht eine Fülle von Fragen,

die sich nicht einwandfrei beantworten lassen, und die Antwort fällt nach dem heutigen Stand der Wassergesetzgebung in verschiedenen Ländern verschieden aus.

Für die Beurteilung aller solcher Fälle sollte die Einsicht leiten, daß alles Wasser auf der Erde in einem großen Kreislauf sich befindet. Auf seinem Weg von den Bergen zum Meere bewegt sich das Wasser in einer einzigen, vielleicht stellenweise unterbrochenen, im ganzen aber doch überall, teils über-, teils unterirdisch, zusammenhängenden Welle. Quellen, Bäche, Flüsse sind die sichtbaren Teile dieser Welle des allgemeinen Grundwassers, das im Boden höher oder tiefer anzutreffen ist. Die näher dem Meere befindlichen Teile der Welle erhalten ihr Wasser von dem Teile größerer Meereshöhe, und außerdem wird die Welle gespeist durch den sichtbaren Regen wie durch den unsichtbaren Niederschlag, der auf der Oberfläche des Wassers und Bodens, in den Poren des Bodens, auf den Zweigen, Blättern und Halmen der Bodenbewachsung sich bildet. Jeder wesentliche Eingriff in den Abfluß dieser Wasserwelle nun ist eine Veränderung, welche die Allgemeinheit angeht. Als wesentlich muß ein solcher Eingriff dann angesehen werden, wenn an der betreffenden Stelle die Menge oder die Höhenlage des daherfließenden Wassers verändert wird. Eine solche Veränderung läßt sich durch Messung nachweisen.

2. Der Staat hat als der Vertreter der Allgemeininteressen die Verpflichtung, darüber zu wachen, daß die Wasserkraftnutzung nicht in einer das Gemeinwohl schädigenden Weise erfolgt. Der eine Weg, auf welchem dieses Ziel erreicht werden soll, die Monopolisierung der gesamten Wasserkräfte durch den Staat, wird seltener begangen, der Staat ist kein Unternehmer. Es dient aber

dem allgemeinen Staatswohl, wenn die natürlichen Schätze des Landes, zu denen auch die Wasserkräfte gehören, wirtschaftlich ausgenützt werden. So hat sich bei fast allen Kulturnationen die Praxis eingeführt, daß der Staat, wo er das Verfügungsrecht über die Wasserkräfte des Landes ausübt, die Nutzung an seinen industriell verwertbaren Wasserkraften Privatunternehmern auf die Dauer von 3—9 Jahrzehnten konzediert. Daneben übt er durch seine Verwaltungsorgane vom Standpunkt der Wasserpolizei die Aufsicht über die Wasserkraftanlagen, während des Baues sowohl wie auch während der ganzen Konzessionsdauer, aus. Bei kleineren Verhältnissen fördert er die Bildung von Zweckverbänden und läßt den Genossenschaften für die Ausschreibung und Ausführung ihrer Arbeiten seine Staatshilfe ange-deihen.

Ausnahmsweise ist der Staat selbst als Bauherr aufgetreten, z. B. beim Saalach- und Walchenseekraftwerk in Bayern, beim Trollhättan-Kraftwerk in Schweden.

Der Staat sowohl, wie die private Industriegesellschaft oder die Genossenschaft brauchen schon zu ihren ersten Untersuchungen über die rechtliche und wirtschaftliche Natur der beabsichtigten Wasserkraftnutzung ein generelles Projekt, welches in großen Zügen alles Wissenswerte erkennen läßt, und eine Rentabilitätsberechnung des Unternehmens. Sie werden zu diesem Zweck am besten mit einem Projektierungsbureau, Zivilingenieur usw. in Verbindung treten, von welchen sie sich die nötigen Unterlagen herstellen lassen. Zuweilen kommt es auch vor, daß der Projektant selbst sich eine Wasserkraftnutzung vom Staate verleihen läßt, und seine Idee samt dem Recht an eine kapitalkräftige Gesellschaft verkauft. Über das generelle Projekt handelt im Zusammenhang

mit der Durchführung des ganzen Wasserkraftunternehmens der folgende Paragraph.

Über deutsches Wasserrecht im allgemeinen wie spezielle landesgesetzliche Wasserrechte siehe die bei Gustav Brenner, Handausgabe zum bayr. Wassergesetz vom 23. März 1907 mit Erläuterungen (München 1908, Becksche Verlagsbuchhandlung) angegebene Literatur, hiervon insbesondere:

Nieberding - Frank, Wasserrecht und Wasserpolizei im preußischen Staate.

Dann (neben Brenners Handausgabe selbst):

Eymann, Handausgabe zum bayr. Wassergesetz; Brügel in Ansbach 1907.

Ferner:

Harster - Cassimir, Kommentar zum bayr. Wassergesetz; Schweizer, München 1908.

Nieder, Wassergesetz für Württemberg; J. Hess, Ellwangen.

Schenkel, Das belgische Wasserrecht; Karlsruhe 1902.

Schelcher, Das sächsische Wassergesetz; Leipzig 1909.

§ 2. Die Durchführung eines Wasserkraftunternehmens.

In der gemeinsamen Tätigkeit der bei der Begründung und Durchführung eines Wasserkraftunternehmens beschäftigten Ingenieure und Sachverständigen, Industriellen und Finanziers, Elektrizitätsfirmen, Turbinenanstalten und Bauunternehmungen, Verwaltungsingenieure und Staatsjuristen lassen sich zwei Hauptgruppierungen unterscheiden.

1. Zunächst treten, wenn wir den häufigsten Fall eines Wasserkraftausbaues an staatlichen Gewässern betrachten, einander gegenüber der über das Wasser verfügende Teil, der Staat, auf der einen und der Unternehmer im rechtlichen Sinne, d. i. der Bauherr, auf der andern Seite. Die Verhandlungen über die

Wassernutzung, welche diese beiden Teile miteinander zu führen haben, nehmen viel Zeit in Anspruch, denn hier sind rechtliche und volkswirtschaftliche Fragen grundsätzlicher Natur zu lösen. Erst wenn bei diesen Verhandlungen erkannt ist, daß das Unternehmen verwirklicht werden kann, setzt die Bildung der zweiten Gruppe ein, welche an die verhältnismäßig einfachere Frage der eigentlichen technischen und wirtschaftlichen Ausgestaltung herangehen soll.

Die Eingabe um Verleihung des Wassernutzungsrechtes, welche auf Grund eines generellen Projektes an den Staat gelangt, wird von diesem eingehend geprüft. Insbesondere gehört zu den Vorerhebungen, welche die zuständigen Staatsstellen anzustellen pflegen, die Untersuchung der Frage, ob der Erlaubniserteilung nicht ein öffentliches Interesse, wie zum Beispiel die Elektrisierung der Bahnen, die Ausbildung der Wasserstraßen in der betreffenden Gegend usw., entgegensteht. Sind die gesamten Vorerhebungen für das Unternehmen günstig verlaufen, so wird das Wassernutzungsrecht an den Konzessionär auf die Zeitdauer und unter den Bedingungen erteilt, welche in der Verleihungsurkunde näher angegeben werden.

Bemerkenswert sind die im Entwurf für das österreichische Wassergesetz vorgesehenen Bestimmungen für den Ablauf der Konzessionsdauer. Wenn eine Konzession abläuft, so hat der bisher Berechtigte ein Vorrecht auf Wiederverleihung, wenn nicht öffentliche Interessen oder eine volkswirtschaftlich wichtigere Unternehmung entgegenstehen. Bereits geraume Zeit vor Konzessionsende kann der Konzessionär um Wiederverleihung nachsuchen, damit nicht die Unsicherheit in den letzten Jahrzehnten die Investitionstätigkeit hemmend beeinflußt. Im Falle der Zerstörung der Anlage durch eine Elementarkatastrophe erhält der Berechtigte Anspruch auf angemessene Verlängerung der Konzession.

Die zur Wasserkraftprojektierung (und zwar zum generellen wie zum genauen Projekt) nötigen Unterlagen hat Holl im 2. Bändchen der „Wasserturbinen“ übersichtlich zusammengestellt, worauf wir hier verweisen. Beim generellen Projekt muß auf einen Punkt schon gründlich eingegangen werden, nämlich auf die Sammlung und Untersuchung des erforderlichen hydrologischen Materials. In jedem Kulturland existiert heutzutage eine öffentliche Anstalt, welche in allen Gegenden zusammenhängende Beobachtungen der Niederschlagsmengen mittels Regenmessern vornimmt, das Einzugsgebiet der Gewässer ermittelt und an diesen Gewässern fortlaufende Pegelbeobachtungen und Wassermengenbestimmungen ausführt. Aus diesem amtlichen Material kann der Projektierende für seine Kraftstufe alles Wissenswerte erheben, wobei er einen möglichst langen Zeitraum betrachten muß. Unter Umständen sind die weiter zurückliegenden amtlichen Daten durch neuere Spezialbeobachtungen zu kontrollieren oder zu ergänzen. Wichtig ist die Untersuchung der Konstanz des Wasserabflusses — und der zu erwartenden Betriebsschwankungen — wegen der Frage, ob Kraftreserven (vgl. WA I, § 19) nötig werden oder nicht. Weitere wichtige Punkte der hydrologischen Prüfung sind die Geschiebe- und Eisführung des Gewässers.

Die Gründungsart der beabsichtigten Bauwerke wird durch die geologischen Verhältnisse bestimmt. Ferner muß eine Vorerhebung der rechtlichen Zustände erfolgen, um die an der Wasserkraftstrecke bestehenden Kondominate kennen zu lernen. Einen nicht zu unterschätzenden Teil des generellen Projekts bildet auch oft die Untersuchung, ob man für die elektrische Fernleitung mit den Masten usw. überall durchkommt. Das generelle Projekt

muß schließlich die gesamten baulichen Anlagen in großen Zügen skizzieren und alle sonstigen Anhaltspunkte für die Bauausgaben und den Grunderwerb zu bekommen trachten.

Hand in Hand mit all dem müssen kommerzielle und verkehrstechnische Untersuchungen über die Absatzfähigkeit des durch die Kraftanlage zu gewinnenden elektrischen Stromes oder des mittels des Stromes zu erzeugenden Produktes gehen, soweit derartige Erhebungen nicht etwa von vornherein schon bekannt sind. Auf Grund dessen und der vorläufigen Ermittlungen der Bau- und Betriebskosten läßt sich eine Rentabilitätsberechnung des geplanten Unternehmens aufstellen, welche für die Geldaufbringung die Unterlage bildet. Der Bauherr oder sein Geldinstitut wird dann allenfalls über das generelle Projekt und dessen Rentabilitätsberechnung zur größeren Sicherheit noch ein oder mehrere Sachverständigengutachten erhalten.

2. Zur praktischen Ausgestaltung des Unternehmens erwachsen dem Bauherrn zwei Hauptaufgaben, die wirtschaftliche und die technische Durchführung der Arbeiten.

Zur wirtschaftlichen Tätigkeit gehört außer der Finanzierung oder Geldbeschaffung die Heranziehung der Konsumtion, was gewissenhafte Prüfung und eingehende Würdigung aller obwaltenden Umstände erfordert. Das erste Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts kann manches Beispiel aufzählen dafür, wie es nicht auf die Gewinnung von Wasserkraften allein, sondern ebensosehr auch darauf ankommt, daß die richtige Verwendung dafür vorhanden ist. Andernfalls hat auch die schönste und billigste Wasserkraft keinen Wert.

Die technische Ausführung ist je nach dem einzelnen

Fall verschieden möglich. Sieht man von ganz kleinen Verhältnissen ab, so kann sich der Vorgang im großen und ganzen folgendermaßen abspielen.

Der Bauherr bestellt sich (z. B. aus dem bereits genannten Projektierungsbureau) eine Bauleitung, welche alle mit der baulichen Durchführung zusammenhängenden Geschäfte in unparteiischer Weise für ihn übernimmt und für die übernommenen Verpflichtungen ihm zivilrechtlich verantwortlich ist¹⁾.

Die Bauleitung, die sich aus technischem und kaufmännischem Personal zusammensetzt, erledigt im Namen und vorbehaltlich der Zustimmung des Bauherrn die schwebenden Rechtsgeschäfte am Bauort, nimmt die notariellen Verbriefungen wegen des Grunderwerbs vor und läßt, im Benehmen mit dem staatlichen Messungsamt, die Grundstücksvermessung und Vermarkung durchführen. Weiter liegt der Bauleitung die Verbesserung des generellen und die Neuaufstellung des genauen Projektes ob.

Dieses Detailprojekt korrigiert auf Grund von eingehenden Studien, Schürfungen und Bohrungen, Grundwasserbeobachtungen usw. die generelle Trasse und setzt (z. B. an Hand von ähnlichen Wirtschaftlichkeitsberechnungen, wie unten im § 9 gegeben) das genaue Längensprofil für Normal-, Klein- und Höchstwasser fest. Die ganze Anlage wird eingehend hydraulisch und statisch durchprojektiert, sämtliche Wasserbauten werden im größeren Maßstab (mindestens 1 : 100) herausgezeichnet.

An der Hand des genauen²⁾ Projekts arbeitet die Bauleitung auch die vorgeschriebenen Eingaben an die

¹⁾ Bestimmungen über die zivilrechtliche Verantwortlichkeit für Leistungen der Architekten und Ingenieure nebst Begründung. Verlag Deutsche Bauzeitung, Berlin. Preis 0,60 M.

Staatsverwaltungsbehörde aus, womit um die wasser-, gewerbe- und baupolizeiliche Genehmigung zur Errichtung der Wasserkraftanlage nebst den erforderlichen Hochbauten (Turbinenhaus, Wärterhäuser u. dgl.), elektrischen Leitungen, Grundstückskanalisationen, Wasserversorgungen usw. nachgesucht wird. Wesentlich zur Klärung aller Fragen und Abkürzung des ganzen Verfahrens dient es, wenn dabei die ärarialischen Vertreter und die Bauleitung des öfteren in gemeinsamen Sitzungen unmittelbar zusammenarbeiten¹⁾.

Auf Grund des Detailprojekts werden von der Bauleitung die Massenauszüge und vorläufigen Kostenberechnungen vorgenommen und dann die Verdingungsausschreibungen zur Ausführung der Bauarbeiten und Lieferung der Maschinen, Apparate, Leitungen usw. vorbereitet. Nötigenfalls werden die Arbeiten in einzelne Lose unterteilt. Sobald, nach der Submission, der Bauherr seine Entscheidung getroffen hat, veranlaßt die Bauleitung alles Weitere, was zur Vergebung und zur Abschließung der Lieferungsverträge notwendig ist.

Für die Ausschreibung sowohl wie für die Eingaben zur Verdingung werden umfassende zeichnerische Darstellungen und Beschreibungen notwendig. In beiden Fällen (bei den behördlichen Eingaben, soweit dies rechtlich zulässig erscheint) empfiehlt es sich, im Projekt einen angemessenen Spielraum ausdrücklich vorzubehalten für die Stellen, an welchen das Projekt bei der Ausführung etwa möglicherweise überschritten werden kann.

Ein solcher Spielraum wird notwendig für Gründungen aller Art, Sicherungsarbeiten unterhalb eines Wehres oder die Entlastungsanlagen einer Talsperre, Wildbachüberfüh-

¹⁾ Vgl. die Reverdyschen Leitsätze (insbesondere Satz 20), vorgetragen auf der ersten Sitzung des bayer. Wasserwirtschaftsrates am 28. Juni 1909; Offizieller Bericht Augsb. Abendzeitung vom 6. 7. 1909.

rungen, Wiedereinmündungen von Werkkanälen in den Mutterfluß (Rückgabeeanlage), Tunnel- und Stollenarbeiten, Maßnahmen gegen Geschiebe und Eis, Hochwasserschutzbauten, Drainierungsarbeiten und Ableitungen von Sickerwasser, alle baulichen Maßnahmen, die mit dem Verlauf des Spiegelgefälles in den Werkkanälen zusammenhängen u. a. m.

Bei den Konzessionseingaben hat der Spielraum den Vorteil, daß lediglich die Einreichung von Tekturen übrigbleibt und der Anschein vermieden ist, als handle es sich um neue Projekte, welche rechtlich nochmals neu zu behandeln wären. Der Spielraum in den Verdingungsausschreibungen soll Nachforderungen der Unternehmer ausschließen.

Die Staatsverwaltungsbehörde¹⁾ erhebt im Aufgebotsverfahren die Einsprüche, welche von Dritten gegen das Unternehmen gemacht werden, und sucht bei der Tagfahrt oder dem Lokaltermin²⁾ zwischen den Parteien zu vermitteln, was meist keine leichte Aufgabe zu sein pflegt. Falls Ausgleich zustande gekommen ist, wird von der Behörde Beschluß gefaßt, welcher dem Konzessionär schriftlich ausgehändigt wird. Der Beschluß führt die genehmigten Teile der Anlage auf nebst den Eich- und Sicherheitszeichen, berichtet über die Einsprüche und deren Erledigung, nennt die Bedingungen, welche aus öffentlichem Interesse dem Unternehmen zur Auflage gemacht werden und gibt schließlich die Gründe an, aus welchen zu erkennen war, wie geschehen.

Be m. Die Ablösung von alten Wasserrechten, Mühlen usw., die aus dem Fluß bisher Wasser in kleinen Quantitäten ent-

¹⁾ Z. B. Bezirksamt in Bayern, Landratsamt in Preußen.

²⁾ Dem „Lokaltermin“ in Preußen entspricht in Bayern die „Tagfahrt“, mit dem Unterschied, daß die Einsprüche in Preußen schriftlich, in Bayern mündlich erledigt werden. Die wasserpolizeiliche Verhandlung kann mit der gewerbepolizeilichen oder der baupolizeilichen Verhandlung zusammen vorgenommen werden. Bei privatrechtlichen Einsprüchen entweder Versuch der gütlichen Vereinbarung oder Verweisung, auf den ordentlichen Rechtsweg.

nommen haben, erfolgt am besten in Geld. Muß man es in Form von Energie tun, dann gebe man lieber Elektrizität ab als Wasser. Denn im letzteren Fall müßten alle Werke an einem und demselben Bache auf die gleiche Aufnahmefähigkeit der Motore gebracht werden („Normalisierung“), was sehr schwer hält.

In denjenigen Ländern, in welchen Zwangsenteignungsgesetze zugunsten der Wasserkraftunternehmungen geschaffen sind, können, mit dem wasserpolizeilichen Verfahren zusammen oder auch getrennt davon, entweder die Grundbesitzrechte enteignet oder Servituten auferlegt werden, wobei über die Höhe und Angemessenheit der Entschädigung von Amts wegen, unter Umständen mittels Zuziehung von Sachverständigen, definitiv entschieden wird.

Beim Bau selbst übt die Bauleitung die Aufsicht aus. Eine wichtige Arbeit sind die vor Baubeginn von der Bauleitung zusammen mit den in Betracht kommenden Unternehmern auszuführenden Nivellements und Fixpunktversicherungen, sowie die Längenmessungen in der Achse der Werkgerinne (Triangulationen bei Stollenbauten). Die Bauleitung wacht vor allem über die Einhaltung der Zwischentermine, welche mit den einzelnen Unternehmern vereinbart sind, damit das Gesamtbauprogramm nicht überschritten wird. Grundsätzlich wird bei allen Gerinneabmessungen beachtet, eher zu reichlich als zu knapp zu dimensionieren. Je nach dem Baufortschritt erhalten die Unternehmer Abschlagszahlungen, während die Zahlungen an die Maschinenfirmen in der Regel nach ausbedungenen Teilraten erfolgen. Die Abnahmeprüfungen des wasserbaulichen, motorischen und elektrischen Teils läßt die Bauherrin am besten durch einen unparteiischen Dritten vornehmen. Nach der Abnahme beginnt für die einzelnen Firmen nun die Garan-

tiezeit. Es ist üblich, daß von den Bauunternehmungen zu diesem Behuf bei Vertragsabschluß eine Summe als Kautions deponiert wird; an dieser kann sich auch schon während des Baues der Bauherr schadlos halten, wenn der Unternehmer seinen Verpflichtungen nicht nachkommt.

Sobald sich die definitive Ausführung übersehen läßt, werden an die Behörde die etwa nötig gewordenen Tekturen eingereicht und für den Bauherrn die endgültigen Ausführungszeichnungen zusammengestellt. Durch den amtlichen Sachverständigen erfolgt die Schlußkontrolle und die Setzung der Eichpfähle und Sicherheitszeichen. Schließlich werden, wo dies die wassergesetzlichen Bestimmungen (wie z. B. in Bayern), vorsehen, die vorgeschriebenen Eintragungen in die amtlichen Wasserbücher vorgenommen.

Auch während des Betriebs läßt die Bauherrin noch eine Zeitlang Beobachtungen und Messungen an der fertigen Werkanlage ausführen, namentlich hinsichtlich der Wasserführung der Gerinne, der plötzlichen Entlastungen und Belastungen, der Spiegelschwankungen in Wasserschlössern und Talsperren, der Retention von Stauseen und dgl. Sie macht die dabei gewonnenen Erfahrungen in einer Veröffentlichung der Allgemeinheit zugänglich und leistet dadurch dem wissenschaftlichen und technischen Fortschritt den wichtigen Dienst der Ergänzung der Theorie durch die Praxis.

§ 3. Vom Verdingungswesen.

Der Fall, daß ein Werkbesitzer die Arbeiten zur Herstellung seiner Wasserkraftanlage selbst, im sogenannten Regiebau, ausführt, ist selten. Gewöhnlich vergibt er

die Arbeiten an Unternehmer, mit welchen, entweder durch den Bauherrn selber, oder besser durch einen bevollmächtigten Vertrauensmann, einen Zivilingenieur usw. Lieferungsverträge abgeschlossen werden.

Das folgende Beispiel kann für Verträge zwischen dem Bauherrn und einer Bauunternehmung, auf Lieferung von Tiefbauarbeiten zu einer Wasserkraftanlage, zum Muster genommen werden. Die Verträge auf Lieferung von Hochbauarbeiten, von Eisenkonstruktionen, von Tunnel- und Stollenbauten usw. werden in ähnlicher Form verlautbart; nur sind die entsprechenden anderen Vertragsgrundlagen und sonstigen Abänderungen aufzunehmen.

Für Abfassung der Vertragsbedingungen sollten immer berücksichtigt werden:

1. Die ministeriellen Bestimmungen der betreffenden Staaten über die Vergebung von Bauarbeiten, die von der staatlichen Behörde stets zu erhalten sein werden, z. B. Erlaß des Ministers der öffentlichen Arbeiten in Preußen vom 17. Januar 1900, III b 601, bzw. Reichstagsdrucksache Nr. 989 von 1907/09 (Reichsbetriebe) usw.
2. BGB. § 339—341 (Konventionalstrafe);
§ 477, 638 (Garantiezeit).
Der § 377 des Handels-Gesetzbuches (nicht rechtzeitiger Einwand gegen Mängel) ist auszuschließen.
3. BGB. § 383, 384, 386 (schadhaft gewordene Baumaterialien).
4. Deutsche Zivilprozeßordnung § 1025—1048 (schiedsrichterliches Verfahren).

Ein durch den bevollmächtigten Ingenieur vorbehaltlich der Zustimmung seines Bauherrn, mit dem Unter-

nehmer abgeschlossener Lieferungsvertrag hätte ungefähr folgenden Wortlaut.

Vertrag

über

die Herstellung der Wehranlage (Los I) in der Schwarzau bei Trostberg a. d. Alz¹⁾.

Zwischen *der Aktiengesellschaft X. X. in München*, vertreten durch *den Herrn Zivilingenieur A. B. aus Stuttgart*, welcher als Geschäftsführer für *die Aktiengesellschaft* auftritt, für diese handelt und sich verpflichtet, die nachträgliche Zustimmung *der berechtigten Vertreter der Gesellschaft* zu diesem Vertrage beizubringen, und *der Bauunternehmung Y. Y. in Nürnberg*, vertreten durch *den Inhaber, Herrn Kommerzienrat C. D. aus Nürnberg*, wird heute, vorbehaltlich der Genehmigung *der Aktiengesellschaft*, nachstehender Vertrag unter Beglaubigung des Notariats *Z. Z. in München* abgeschlossen.

Der amtierende Notar wird zur Entgegennahme der Zustimmungserklärung *der Aktiengesellschaft* und Mitteilung an die Gegenpartei bevollmächtigt. Diese ermächtigt den Notar zur Entgegennahme dieser Erklärung. Wird diese Zustimmung erteilt, so soll dieser Vertrag mit Beiheftung einer beglaubigten Abschrift der Zustimmungserklärung volle Rechtswirksamkeit haben. Wird diese Zustimmung versagt, so soll dieser Vertrag ohne jeden weiteren Rechtsakt null und nichtig sein.

§ 1. *Die Bauunternehmung Y. Y. Nürnberg übernimmt die vollständige Herstellung der Wehr- und Ent-*

¹⁾ Der in das vorgedruckte Vertragsformular aufzunehmende spezielle Text ist durch Kursivschrift hervorgehoben.

nahmeanlage in der Schwarzaau für die Aktiengesellschaft X. X. in München um den Preis von 500 000 M. (in Worten fünfhunderttausend Mark).

§ 2. Dem Vertrage liegen zugrunde:

I. Ein gebundenes Heft, enthaltend:

a) die allgemeinen Vertragsbedingungen für die Ausführung staatlicher Arbeiten und Lieferungen für Bauzwecke vom 2. April 1903;

b) die besonderen Vertragsbedingungen für die Ausführung von Tiefbauarbeiten, gültig vom 1. Oktober 1904;

c) die besonderen Vertragsbedingungen für die Ausführung von Betonarbeiten, gültig vom 1. Juli 1905;

d) die Vorschriften über Felssprengungen und Erdförderung, gültig vom 1. September 1903, berichtigt nach ABV. 1905/413;

e) die oberpolizeilichen Vorschriften zum Schutze der bei Tiefbauten beschäftigten Personen vom 4. September 1905;

f) die oberpolizeilichen Vorschriften zur Aufrechterhaltung der öffentlichen Ruhe, Ordnung und Sicherheit, ABV. 1905/55;

g) die Bestimmungen über die Krankenversicherung, ABV. 1905/251;

h) die reichsgesetzlichen Bestimmungen über Invaliditäts- und Altersversicherung;

i) die vorläufigen Leitsätze für die Vorbereitung, Ausführung und Prüfung von Eisenbetonbauten, aufgestellt vom Verbands deutscher A. u. I.-Vereine und dem deutschen Betonverein 1904;

k) ;

l)

II. Ein gebundenes Heft, enthaltend sämtliche Pläne der Vertragsarbeiten, nämlich:

1. *Lageplan der gesamten Wehr- und Entnahmeanlage und der Ufersicherungen 1,5 km auf- und abwärts des Wehres 1:1000;*
 2. *Längenschnitt in Flußaxe 1:1000, 1:50;*
 - 3.—6. *Grundrisse von Staumauer, Staudamm, Schützenöffnungen, Floßgasse, Sturzbettsicherung und Fischpaß 1:100;*
 7. *Querschnitt durch die Staumauer 1:50;*
 8. *Querschnitt durch den Staudamm 1:100;*
 9. *Schnitte und Einzelheiten einer Schützöffnung von 20 m Weite 1:50, bzw. 1:10;*
 10. *Schnitte und Einzelheiten von Floßgasse und Fischpaß 1:50;*
 11. *Einzelheiten der Sturzbettsicherung 1:50;*
 12. *Ansicht und Grundriß des Einlaufbauwerks 1:100;*
 13. *Einzelheiten und Schnitte von Einlaufbauwerk, Entlastungs- und Kläranlage 1:50 bzw. 1:10;*
 14. *Ansicht des Stauwehrs von der Talseite 1:200;*
 15. *Normalprofile der Ufersicherungen flußaufwärts 1:100;*
 16. *Normalprofile der Ufersicherungen flußabwärts 1:100;..*
 17. *Hydraulische und statische Berechnungen.*
- III. Ein gebundenes Heft, enthaltend:
- a) *Kurze Angaben über die hydrologischen und geologischen Verhältnisse;*
 - b) *das Fixpunktverzeichnis;*
 - c) *Angaben über Angrenzer, Werkplätze und Zufahrtwege;*
 - d) *Zusätze zu den allgemeinen und besonderen Vertragsbedingungen, betreffend:*
Spezielle technische Forderungen der Verwaltung, Ver-

wendung des anfallenden Materials, Detailfristen, Konventionalstrafen, Schiedsgericht und Streitigkeiten¹⁾);

e) das Verzeichnis der Schürfungen;

f) die Erdmassenberechnung und Massenverteilung;

g) das Leistungsverzeichnis der Verdingungsarbeiten;

h) das Regiepreisverzeichnis;

i) die Vorschriften über die Materialprüfung;

k)

Der Unternehmer bekennt, daß ihm die sämtlichen vorgenannten Vertragsgrundlagen I, II und III zur Einsicht vorgelegt worden sind, und erkennt dieselben ausdrücklich, als für sich rechtsverbindlich, durch Unterschrift an.

§ 3. Die Vollendungsfrist der Gesamtarbeiten wird auf den *1. September 1914* festgesetzt.

Die Vornahme von Bauarbeiten an Sonn- und Feiertagen ist im allgemeinen untersagt. In dringlichen Ausnahmefällen ist rechtzeitig die Zustimmung der Bauleitung zu erholen.

§ 4. Dem Unternehmer können auf Verlangen Abschlagszahlungen bis zum Betrage von $\frac{9}{10}$ des Betrages der vertragsmäßig hergestellten Arbeiten, bei *der Filiale der Deutschen Bank in München* zahlbar, geleistet werden.

§ 5. Zur Sicherung der aus gegenwärtigem Verträge hervorgehenden Ansprüche *der Aktiengesellschaft X. X.* an den Unternehmer leistet dieser Sicherheit im Betrage von *5%* der Vertragssumme, sohin von *rund 25 000 M. (in Worten fünfundzwanzigtausend Mark)*

¹⁾ Bei größeren Vertragsobjekten wird hinsichtlich des Schiedsgerichtsverfahrens ungefähr folgender Vorgang zu empfehlen sein:

Jede Partei wählt sich 2 technische Sachverständige, und diese Sachverständigen wählen einen juristischen Obmann. Im Falle sie sich nicht einigen können, wird irgend eine Justizbehörde gebeten, den Obmann zu ernennen; es ist anzunehmen, daß diese einem solchen Wunsche gerne und honoris causa nachkommen wird.

durch Hinterlegung von zur Sicherheitsleistung zugelassenen Wertpapieren bei *der Filiale der Deutschen Bank in München.*

Der Sicherheitsbetrag wird *ein* Jahr nach der Schlußabrechnung und nach Erfüllung aller dem Unternehmer obliegenden Verbindlichkeiten freigegeben.

§ 6. Stellvertreter des Bauherrn: Herr Zivilingenieur A. B. aus Stuttgart und dessen Vertreter, *Herr Regierungsbaumeister E. F.*

Stellvertreter der Bauunternehmung: *Herr Oberingenieur G. H., Prokurist der Unternehmung, und dessen Vertreter, Herr Ingenieur I. K.*

§ 7. Als Zustellungsbevollmächtigte wird für vorkommende Fälle die k. Postanstalt bezeichnet.

§ 8.

Für den Bauherrn, *die Aktiengesellschaft X. X. in München:*

*gez. A. B.,
Zivilingenieur.*

Der Unternehmer:

*gez. C. D.,
Kommerzienrat.*

Folgt notarielle Beurkundung.

Über die den Lieferanten des motorischen Teils aufzuerlegenden Bedingungen siehe die Angaben in Holls Wasserturbinen (S. G.), für den elektrischen Teil die Normalien von Dettmar.

§ 4. Auffinden der Wasserkräfte.

Die hydrotechnischen Behörden der einzelnen Länder weisen die ausnützbaren Wasserkräfte, bis auf etwa 500 PS herunter, nach. Während bei größeren Kraftstufen generelle Projekte aufgestellt zu werden pflegen, beschränken sich sonst die Erhebungen auf Pegel- und Wassermengenbeobachtungen, sowie Feststellung des

Gewässerhaushalts. Alles Weitere ist Sache der Unternehmertätigkeit oder der hierfür zu bildenden Spezialabteilung des Staates, falls dieser selber baut. Es ist nicht ausgeschlossen, daß der Unternehmer durch genaueres Studium das generelle Projekt der Behörde noch wesentlich umgestaltet.

Für das Auffinden von Wasserkräften kann man folgende Leitsätze aufstellen:

1. Wasserkräfte stehen bei jedem Wasserfall an.
2. Wasserkraftanlagen mit interner Wasserfernleitung¹⁾ sind an jedem Fluß möglich, der mindestens 1,5—2‰ Gefälle aufweist. Die Länge der Wasserfernleitung kann bei Hochdruckanlagen größer sein als bei Niederdruckanlagen. Anlagen mit Wasserfernleitung sollen im allgemeinen, um noch wirtschaftlich zu sein, kein geringeres Flußgefälle ausnützen als in der Tabelle unten angegeben ist. Bei Großwasserkraftanlagen¹⁾ kommt die Ausnützung kleiner Flußgefälle nur da in Betracht, wo die Wasserfernleitung gleichzeitig etwa als Binnenschiffahrtskanal oder zu anderen Zwecken dient und das Gelände für die Führung der Kanäle günstig ist.

Tab. 1. Grenzwerte für Wasserfernleitungsanlagen.

Größenstufe	Klein- Wasser- kraftanlage	Mittlere Wasser- kraftanlage	Gewöhnliche Wasser- kraftanlage	Groß- Wasser- kraftanlage
Länge der Wasserfernleitung	1	5	10	20 km
Mindestgefälle im Fluß	4	3	2	1,5 ‰
Beispiel: <i>Q</i>	1,4	3,7	29,5	210 cbm
<i>H</i>	3,7	13,5	17,0	24 m
PS	ca. 50	500	5000	50 000 PS

¹⁾ Siehe WA I, § 10.

3. Wasserkraftanlagen mit externer Wasserfernleitung werden gewöhnlich an den Punkten möglich, wo die Längenprofile zweier benachbarter Flußsysteme wesentliche Höhenunterschiede zeigen. Doch siehe die Bemerkung 1 am Schlusse dieses Paragraphen.

4. Im Gebirge, wo viel Gefälle, kann durch Brunnen oder Stollen das Grundwasser und damit eine Grundwasserkraftanlage erschlossen werden, ähnlich wie dies für Trinkwasser geschieht.

5. In stark bevölkerten Industriegegenden können unter Umständen Abwasserkraftanlagen möglich sein.

6. Bei alten Talsperren und Seen können häufig Wasserkräfte gewonnen werden oder es ist oft möglich, solche Weiher als Ausgleichsbecken an benachbarte unbeständige Wasserkraftstufen anzugliedern. An Wehren und Schleusenhaltungen kanalisierter Flüsse ist, namentlich infolge der Erfindung des Hydro-pulsors, in vielen Fällen Wasserkraft noch wirtschaftlich gewinnbar.

7. Unzugänglich liegende Wasserkräfte können durch elektrische Fernleitung Hunderte von Kilometern weit übertragen werden. Unzugänglich liegen gewöhnlich die Großwasserkraftstufen, so daß gerade bei ihnen Hauptaufgabe der Projektierung ist, Fernleitung und Verbrauch zu studieren.

8. Für mittlere und kleine Wasserkraftanlagen besteht fast überall ein weites Feld, so in der Begradigung der alten Mühlbäche, in der Ausnützung der Trinkwasserversorgung der Gemeinwesen (ähnlich wie dies z. B. die Stadt Nordhausen a. H. getan hat), an künstlichen Wasserfällen, deren Errichtung der Wasserkraftanlage selbst nicht zur Last fällt, also an Schleusenstufen und Wehren usw.

9. Wasserkraftanlagen im weiteren Sinn. Es ist, abgesehen von rechtlichen Verhältnissen, fast in jedem fließenden Gewässer möglich, einen Hydropulsor oder eine Hydrovolve zunutzen eines haus- und landwirtschaftlichen Betriebes aufzustellen. Ebenso kann im Gebirge an jedem Bach, wenn nur einige Meter Gefälle sich konzentrieren lassen, eine Widderanlage aufgestellt werden.

Zur besonderen Beachtung:

1. Wasserkraftanlagen mit externer Wasserfernleitung stoßen meist auf unüberwindliche finanzielle, rechtliche, auch politische Schwierigkeiten.

2. Zur Entdeckertätigkeit des Wasserkraftsuchers muß unbedingt noch die zweite gleichwichtige hinzukommen, einen geeigneten Verbrauch in jedem Falle zu finden.

II. Kapitel.

Die Wasserkraftkonstituenten.

Wie schon im ersten Bändchen dargelegt, setzt sich eine Wasserkraft zusammen aus den Konstituenten

Q und H ,
Wassermenge und Gefälle.

Für die Projektierung ist vor allem andern wichtig, diese Größen genau zu kennen.

Zunächst ist es notwendig, sich ein richtiges, nicht zu günstiges Bild vom Wasserhaushalt oder Regime des Gewässers zu verschaffen, das ausgenützt werden soll. Ist der Wasserbezug inkonstant oder sind Schwankungen im Verbrauch auszugleichen, so muß die Möglichkeit der Wasserspeicherung oder sonstigen Reservenbeschaffung untersucht werden.

Danach erfolgt die Ermittlung des Gefälles der Kraftstufe. Die Berechnungen müssen Klarheit schaffen über folgende Punkte:

1. Einfluß des Wasserhaushalts im Fluß auf die Wasserführung an Entnahme- und Rückgabestelle, oder Untersuchung des konzessionierten Rohgefälles;
2. Verlauf des Wassers in den baulichen Werkanlagen zwischen Entnahme- und Rückgabestelle oder Bestimmung des Stationsgefälles (Bruttogefälles);
3. Verlauf des Wassers innerhalb der Kraftstation oder Untersuchung des Turbinengefälles (Nettogefälles).

Auch die Wassermenge pflegt für diese drei Fälle nicht immer gleich zu sein. So kann etwa eine Kraftstation mehr Wasser ausnützen, als am Kanaleinlauf entnommen wird, weil unterwegs ein Mühlbach oder Abwässer u. dgl. zufließen; es kann auch das Stationswasserquantum kleiner sein als die Entnahmemenge, weil von der Wasserfernleitung Wasser abgegeben werden muß oder weil beim Ferntransport unvermeidbare Verluste eintreten. Das die Turbinenart bestimmende Wasserquantum wird von der gesamten Stationswassermenge stets dann verschieden sein, wenn mehr als eine Turbine aufzustellen ist.

Man hat daher zu unterscheiden

- die Konstituenten der Kraftstufe,
- die Konstituenten der Kraftstation und
- die Turbinenkonstituenten.

§ 5. Der Wasserhaushalt.

Der Wasserhaushalt eines Flusses bestimmt sich aus seinen charakteristischen Jahres- und Vergleichs-

wasserständen und aus seinen vom Sonnenjahr abhängigen Wasserperioden.

Als charakteristische Stände eines Jahres gelten die folgenden:

1. Die charakteristischen **Jahres** wasserstände:

KHW¹⁾ „Katastrophenhochwasser“, d. i. der absolut höchste Wasserstand des betrachteten Jahres;

KNW²⁾ „Katastrophenniederwasser“, d. i. der absolut niederste Wasserstand des betrachteten Jahres;

MW „Mittelwasser“ oder genauer Jahresmittelwasser, d. i. das arithmetische Mittel aus allen Wasserständen des Jahres;

HW „Hochwasser“ oder genauer Jahreshochwasser, d. i. das Mittel aus den höchsten Monatswasserständen des Jahres;

NW „Niederwasser“ oder genauer Jahresniederwasser, d. i. das Mittel aus den niedersten Monatswasserständen des Jahres.

2. Die charakteristischen **Saison** wasserstände:

SMW „Sommermittelwasser“, d. i. das arithmetische Mittel aus allen Wasserständen des Sommers;

SHW „Sommerhochwasser“, d. i. das Mittel aus den höchsten Monatswasserständen des Sommers;

SNW „Sommerniederwasser“, d. i. das Mittel aus den niedersten Monatswasserständen des Sommers;

WMW „Wintermittelwasser“, d. i. das arithmetische Mittel aus allen Wasserständen des Winters;

WHW „Winterhochwasser“, d. i. das Mittel aus den höchsten Monatswasserständen des Winters;

WNW „Winterniederwasser“, d. i. das Mittel aus den niedersten Monatswasserständen des Winters.

¹⁾ Auch HHW geschrieben.

²⁾ Auch NNW geschrieben.

Außerdem interessieren zuweilen die Durchschnittswasserstände DW , worüber weiter unten Näheres folgt.

Diese für ein einzelnes Jahr erhobenen Angaben müssen verglichen werden mit den charakteristischen Wasserständen eines ganzen Zeitraums. Es ergeben sich so die Vergleichswasserstände des betreffenden Jahres.

Zur Unterscheidung setzt man bei den charakteristischen Wasserständen eines einzelnen Jahres die Jahreszahl, bei den Vergleichswasserständen die Zeitspanne in Klammern bei; die Angabe ist dann ohne weiteres verständlich; z. B.

Alz bei Seebruck KHW (1911) = 106 cbm,

Traun bei Traunstein MW (1864 : 1911) = 11 cbm.

Die Werkwassermenge Q pflegt fast in allen Fällen von der Flußwassermenge W verschieden zu sein; denn erstens muß meist eine behördlich vorgeschriebene Mindestwassermenge auch bei Niederwasser im Fluß verbleiben, und dann können im allgemeinen wesentlich höhere Wasserstände als Mittelwasser in der Wasserkraftanlage nicht ausgenützt werden. Die Angaben der meisten hydrotechnischen Behörden geben für die Wasserkraftnutzung aller der Wasserkraftanlagen, welche Hochwasser nicht aufspeichern können, ein zu günstiges Bild, denn es ist das mittlere Werkwasser des Jahres, auf Grund dessen die voraussichtlichen Jahres-PS berechnet werden,

$$MQ \text{ nicht} = MW$$

Für MW werden bei der Mittelbildung auch die hohen und höchsten Wasserstände beigezogen, während welcher in der Kraftstation kaum mehr als die normale Werkwassermenge verarbeitet werden kann. Klar ersieht man dagegen die für eine beabsichtigte Wasserkraftnutzung obwaltenden Verhältnisse aus den Wasserstandsdauerlinien, wie die Fig. 2 eine solche darstellt.

Fig. 1. Pegelstandsdiagramm eines Alpenflusses.

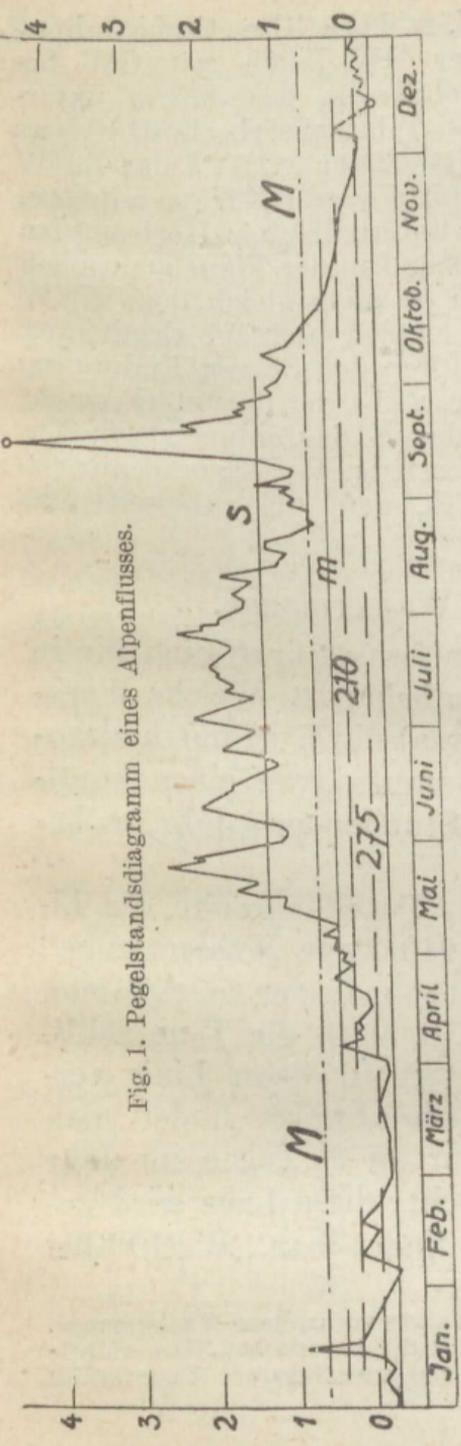
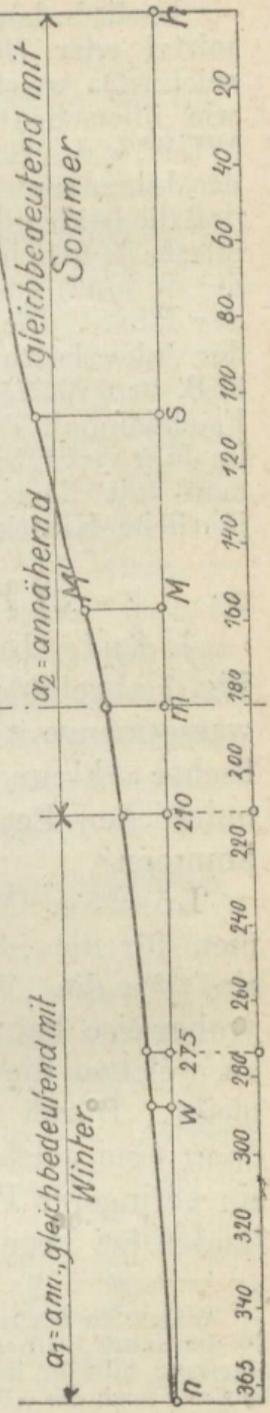


Fig. 2. Wasserstanddauerlinie.



Darin bedeuten: n das KNW, m das arithmetische Jahresmittel oder Durchschnittswasser DW (auch mit GW bezeichnet), welches an ebensoviel Tagen des Jahres unterwie überschritten wird, w das Winterdurchschnittswasser WDW, s das Sommerdurchschnittswasser SDW, h das KHW des Jahres und MM' das Jahresmittelwasser MW, so erhalten, daß die beiden Flächen ober- und unterhalb einer Horizontalen durch M' gleich sind. Außerdem sind in der Figur angegeben die W 275¹⁾ und W 210; W 365 ist stets gleich dem KNW des Jahres. Die Dauerlinien eignen sich auch zur Ermittlung der Jahresleistung. Zieht man durch den oberen Endpunkt, z. B. von W 275 eine Horizontale, so ist der darunterliegende Flächeninhalt des Wasserstandsdauer-Diagramms gleich der im Jahr verfügbaren Gesamtwassermenge W 275; multipliziert man mit dem Gefälle, so erhält man die entsprechende jährliche Kraftleistung.

a) Ermittlung der Wassermenge.

1. Aufgabe. Von einer Flußwasserkraft sind die in Fig. 1 abgebildeten Pegelstände bekannt. Welche Werkwassermenge ist zu wählen, um a) ohne, b) mit hydraulischer Akkumulierung und Dampfreserve einen kontinuierlichen Betrieb von 8760 Stunden pro Jahr zu bekommen?

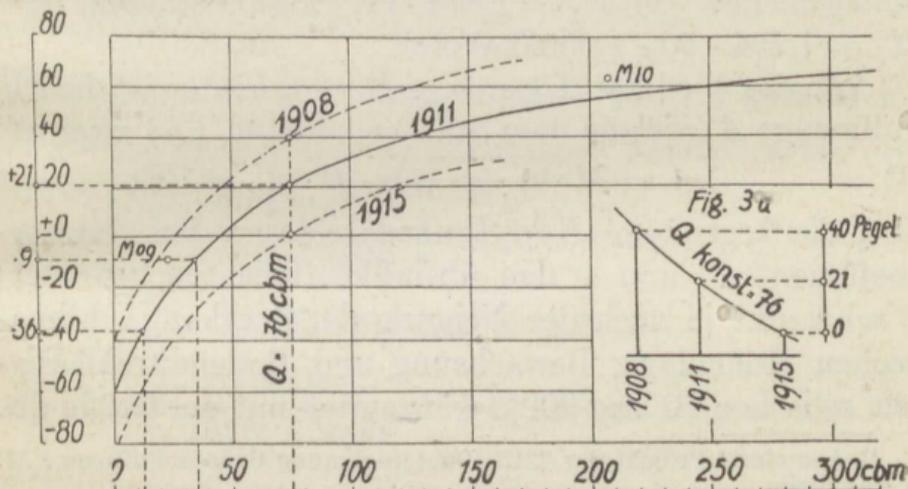
Lösung. Man zieht in das Pegeldiagramm die Linien für die „365-, 275- und 210tägige Wassermenge“ ein. Für die „W 275“ z. B. macht man das so, daß man probeweise bei einem Pegel, z. B. ± 0 , die Tage zählt, an welchen die Pegelkurve unterhalb dieser Linie verbleibt. Durch Verschieben nach abwärts findet man dann eine solche Lage, daß nur an 90 Tagen im Jahr ein geringerer Pegelstand herrscht; diese Lage wird gefunden bei Pegel — 9. Ähnlich findet man „W 210“ bei

¹⁾ D. i. die höchste an 275 Tagen des Jahres vorhandene Wassermenge. Die im Jahre 1910 erschienene Denkschrift der bayerischen Wasserkraftabteilung gibt in ihrer Übersicht über die ausnützbaren Wasserkräfte Bayerns noch die „W 210“ an.

Pegel + 21. „W 365“ liegt auf - 36, dem niedersten bekannten Pegelstand.

Sodann verschafft man sich durch Anfrage bei der Wasserbaubehörde oder durch Messungen bei verschiedenen Pegelständen eine „Pegelcharakteristik“ oder „Konsumtionskurve“ des Flusses, d. h. eine Beziehung zwischen Pegelzeigung und Wassermenge an derjenigen Stelle, wo der Pegel steht (vgl. Fig. 3). Ist, wie bei geschiefbeführenden Flüssen häufig, der Pegelnullpunkt nicht konstant, so braucht man auch eine Beziehung der „Pegelveränderlichkeit“, wie Fig. 3 rechts sie bei einem sich eintiefenden Flusse zeigt. Endlich zieht man bei den oben zu W 365, W 275, W 210 gefundenen Pegelwerten in der Pegelcharakteristik horizontale Linien; diese ergeben die Wassermengen 13, 36 und 76 cbm. $Q = 13$ wäre die theoretisch zu wählende Werkwassermenge, wenn man eine durchaus konstante Jahreskraft brauchte und ohne jede Akkumulierung oder Reserve auskommen wollte. $Q = 76$ wäre diejenige (im allgemeinen äußerst noch mögliche) Werkwassermenge, bei welcher an 7 Mo-

Fig. 3. Pegelcharakteristik bei veränderlicher Flußsohle (Eintiefung).



naten des Jahres die natürliche Wasserkraft des Flusses ausreicht, während an den fünf übrigen mit dem Winter zusammenfallenden Monaten entweder ein Staubecken oder sonst eine Reserve zu Hilfe genommen werden müßte. $Q = 36$ endlich entspricht mittleren Verhältnissen, nämlich einer mäßigen Akkumulierung bzw. Dampfrreserve, welche besonders bei kleinen Werkwassermengen noch rationell zu sein pflegt.

2. Aufgabe. Durch Absperrung des im bayerischen Allgäu gelegenen Ostrachtales wird ein Einzugsgebiet von ca. 50 qkm für den südlich der Eisenbreche anzulegenden Stausee¹⁾ nutzbar gemacht. Der Regenmesser ergab in den Jahren 1905—1908 eine mittlere Jahresregenhöhe von 1878 mm, im Jahre 1908 allein von 1794 mm. Welche sekundliche Werkwassermenge wäre demgemäß bei Annahme eines theoretischen, gleichbleibenden Betriebs von 8760 jährlichen Betriebsstunden als Mittel der Jahre 1905 bis 1908, bzw. im Jahre 1908 allein, zu erwarten gewesen?

Lösung. Die Jahresregenhöhe von 1878 bzw. 1794 mm über dem Gebiet von 50 qkm entspricht einer Niederschlagsmenge von $M_1 = 1,878 \cdot 50 \cdot 1\,000\,000$ cbm, bzw. $M_2 = 1,794 \cdot 50 \cdot 1\,000\,000$ cbm.

Von der Niederschlagsmenge M verschieden ist die Abflußmenge A , welche dem Stausee zufließt, und zwar ist:

$$(1) \quad A = M \cdot \alpha \cdot \varphi = Q \cdot F \cdot \alpha \cdot \varphi,$$

wo Q die Regenhöhe, F das Einzugsgebiet, α den „Kulturkoeffizienten“ und φ den Abflußkoeffizienten bedeutet; α schwankt je nach der Neigung der Berghänge, klimatischen Höhenlage, Bewachsung und Bodendurchlässigkeit zwischen 50 und 90%, während φ mit der Größe des

¹⁾ Aus einem Projekt der Tiefbauunternehmung Grün & Bilfinger A.G. in Mannheim.

Gebietes und der Länge des in Betracht gezogenen Zeitraums veränderlich ist, vgl. folgende Tabelle.

Tab. 2. Werte des Abflußkoeffizienten φ .

qkm Gebiet in	Monat, Jahr oder länger	Woche	Tag	Stunde
1	1	1,00	1,00	1,00
10	1	1,00	1,00	0,78
100	1	1,00	0,95	0,24
1 000	1	1,00	0,69	0,03
2 000	1	0,87	0,53	0,02
10 000	1	0,44	0,19	—
100 000	1	0,07	0,02	—

Im vorliegenden Fall handelt es sich um Jahresabfluß, also ist $\varphi = 1$. Der Koeffizient α wird bei der Höhenlage des Gebietes von durchweg mehr wie +1000 NN und der dabei anzunehmenden Verdunstung, der ziemlich steilen Neigung der Gebirgshänge, der geringen Bodendurchlässigkeit und der vorherrschenden Bewachsung, ungünstig genug, zu 70% geschätzt. Dann ist für 1905—1908

$A_1 = 1,878 \cdot 50 \cdot 1\,000\,000 \cdot 0,75 \cdot 1 = 70,4$ Mill. cbm
und entsprechend

$A_2 = 1,794 \cdot 50 \cdot 1\,000\,000 \cdot 0,75 \cdot 1 = 67,3$ Mill. cbm.

Die Werkwassermenge für konstanten Jahresbetrieb ergibt sich zu

$$\frac{70\,400\,000}{8760 \cdot 3600} = 2,24 \text{ cbm/Sek.}$$

als Mittel der Jahre 1905—1908 und zu

$$\frac{67\,300\,000}{8760 \cdot 3600} = 2,14 \text{ cbm/Sek.}$$

im Jahre 1908 allein.

Anm. Dividiert man die Werkwassermenge mit dem Einzugsgebiet, so erhält man die Wasserspende für den Stausee

$$(2) \quad w = \frac{2,24}{50} = 45 \text{ l/ha.}$$

Bei Flußgebieten ohne künstliche oder natürliche Aufspeicherung in Seen interessiert die Wasserspende für Niederwasser, Mittelwasser und Hochwasser. Für den Oberlauf der Isar südlich des Walchensees z. B. (mittlere Regenhöhe 1 200 mm, Flußlauf im Mittel auf + 880 NN, Wetterstein- und Karwendelgebiet) beträgt die Wasserspende

bei	NW	MW	HW
	4 ÷ 10	15 ÷ 30	300 ÷ 600 l/ha.

Diese Zahlen sind unter ähnlichen Verhältnissen brauchbar, um aus dem Einzugsgebiet allein auf die Wassermengen zu schließen.

b) Speicherung.

Wie im WA I § 19, gezeigt ist, gehören zur Aufspeicherung einer beträchtlichen Kraftleistung große Stauräume, andere Kraftreserven werden meist billiger als die hydraulische. Die zweite Art, die Jahreszeitenreserve, ist fast immer an das Vorhandensein natürlicher Seebecken geknüpft (wie dies z. B. in Skandinavien der Fall ist), ausgenommen, es sind künstliche Stauseen schon vorhanden, etwa für Landesmelioration, Trinkwasserversorgung u. dgl.

In jedem Fall ist wichtig eine genaue Berechnung des Sperreninhalts, der für die Wasserhaushalts- und Betriebsschwankungen notwendig ist. Zuweilen ist umgekehrt vom bestehenden Stauinhalt aus die zulässige Betriebsleistung zu bestimmen.

Bei der täglichen Spitzendeckung geht man mit dem Speicherquantum zur Sicherheit möglichst auf ein Vielfaches der höchsten Tagesreserve; so reicht z. B. bei der WA Thusis-Tiefenkastel die Speicherung für eine Woche, statt bloß für einen Tag.

Bei der Saisonspeicherung ermittelt man den Sperrhaushalt folgendermaßen. Zunächst stellt man durch vorläufige, nicht zu günstige Schätzung fest, wie sich ungefähr der Kraftverbrauch in den einzelnen Monaten stellen wird, welche Monate den höchsten, welchen niedersten Anteil des Jahrespferdestärkenverbrauchs aufweisen werden und trägt dies in Prozenten in Reihe 1 der nachfolgenden Tabelle ein. Aus Reihe 1 bildet man die Werte der Reihe 2 und, mit einem angenommenen H , auch diejenigen der Reihe 3. Dann verschafft man sich von der nächsten meteorologischen Station Angaben über Regenhöhe (Mittel mehrerer Jahre!) und Anteil der einzelnen Monate hieran in Prozenten, was man in Reihe 4 einträgt, wobei man noch Sickerverluste durch die Mauer hindurch usw. berücksichtigen kann. Ähnlich, wie in a) gezeigt, bekommt man nun aus Regenhöhe und Einzugsgebiet die Daten der Reihe 5, worauf in Reihe 8 und 9 die + und — Differenzen von Reihe 3 und 5 bzw. 7 berechnet werden. An der Stelle, wo zwei aufeinanderfolgende Zahlen der Reihen 8 und 9 den größten Unterschied aufweisen, fängt man in Reihe 10 an und nimmt hier probeweise einmal einen „eisernen Bestand“ an, zu welchem man die Zahlen der Reihen 8 und 9 addiert oder subtrahiert. Kommt man am Ende der Speicherperiode, also beim 12. Monat nicht aus, so wiederholt man das Verfahren mit einem andern eisernen Bestand, bis es stimmt.

Tab. 3. Arbeitsleistung des Kraftwerks.

Nr.		Januar	Februar	März	...	Jahressumme
1	% der Jahres- KW-Stunden					
2	PS-Stunden pro Monat					
3	Wassermenge in cbm					

Tab. 4. Wasserhaushalt der Sperre.

Nr.		Januar	Februar	März	...	Jahressumme
4	% des Jahres- abflusses					
5	Zufluß zur Sperre in cbm					
6	Verluste					
7	Rest nutzbar am Kraftwerk					

Tab. 5. Bestimmung des Sperreninhalts.

Nr.		Januar	Februar	März	...	Jahressumme
8	(7 — 3) negativ					
9	(7 — 3) positiv					
10	Sperreninhalt					
11	Überlauf					

Eine zeichnerische Methode gibt Höll in den „Wasserturbinen“ II, § 14, woselbst auch noch weitere Angaben über Talsperrenprojektierung zu finden sind.

Beim vollkommenen Überfall gilt nur der erste Teil, beim unvollkommenen auch der zweite, in Klammer gesetzte Teil der Gleichung (3).

In diese Gleichung sind, bei geschlossener Kiesschleuse, einzusetzen die Werte $b = 91,2$ und $Q = 607$ cbm.

I. Berechnung des Aufstaus.

An der Kiesschleuse und dem festen Wehr wird mit

$$\mu = \mu_1 = 0,81$$

$$Q = 607 = 0,54 \cdot 91,2 h \sqrt{2 g h} + 0,81 \cdot 91,2 \cdot 0,93 \cdot \sqrt{2 g h}.$$

Durch Probieren findet sich: $h = 1,20$ und Q wird damit 617 cbm, was genügend genau.

II. Berechnung des Rückstaus.

Die Rückstaulinie ergibt sich am einfachsten graphisch in einem mindestens 100fach überhöhten Längsprofil, nach der bekannten Konstruktion, daß man h am Überfallpunkt senkrecht nach oben doppelt aufträgt, und durch den oberen Endpunkt dieser Senkrechten eine Horizontale zieht bis zum Schnitt mit dem (ev. verlängerten) Wasserspiegel, dieser Schnitt zeigt den Endpunkt des Rückstaus an (vgl. L. L., 2. Aufl., S. 257, Fig. 1).

Man kann die Staukurve aber auch berechnen, wobei man die Rechnungsergebnisse zweckmäßig durch die graphische Konstruktion kontrolliert.

Die Berechnung hat von dem Wert $Z = h = 1,20$ auszugehen. Es ist nach Hütte, 17. Aufl., I, S. 253 mit den Werten $Z = 1,20$, t (mittel) = 4,00, J (mittel) = 1,8⁰/₀₀:

$$\frac{Z}{t} = \frac{1,20}{4,00} = 0,30 \quad \text{und} \quad \Phi\left(\frac{Z}{t}\right) = 1,3428.$$

Die Gesamtstauweite wäre

$$(4) \quad l = \frac{t}{J} \left[\Phi \frac{Z}{t} - 0,0067 \right] \\ = 2964 \text{ m.}$$

Nach Hütte, 17. Aufl., I, S. 253 gilt für die Staukurve, gemäß Rühlmann,

$$(5) \quad \Phi \left(\frac{z}{t} \right) = \Phi \left(\frac{Z}{t} \right) - \frac{Jl}{t}.$$

In Zahlen:

$$\begin{aligned} 500 \text{ m oberhalb: } \Phi \left(\frac{z}{t} \right) &= 1,3428 - \frac{0,0018 \cdot 500}{4,00} \\ &= 1,1178 \\ \frac{z}{t} &= 0,1938, \quad z = 0,78 \text{ m;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1000 \text{ m oberhalb: } \Phi \left(\frac{z}{t} \right) &= 1,1178 - 0,2250 = 0,8928, \\ \frac{z}{t} &= 9,1191, \quad z = 0,48 \text{ m;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1500 \text{ m oberhalb: } \Phi \left(\frac{z}{t} \right) &= 0,8928 - 0,2250 = 0,6678, \\ \frac{z}{t} &= 0,0659, \quad z = 0,26 \text{ m;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1862 \text{ m oberhalb: } \Phi \left(\frac{z}{t} \right) &= 0,6678 - \frac{0,0018 \cdot 362}{4,00} \\ &= 0,5094 \\ \frac{z}{t} &= 0,047, \quad z = 0,18 \text{ m.} \end{aligned}$$

Anm. 1. Die ermittelten z wehraufwärts trägt man der besseren Übersichtlichkeit wegen in ein Längenprofil des Flusses ein, wobei zweckmäßig die Höhen gegenüber den Längen mindestens hundertfach überhöht zu zeichnen sind. Brauchbare Maßstäbe sind

für generelle Projekte $\frac{1:10\,000}{1:100}$ oder $\frac{1:5\,000}{1:50}$,

für genaue Projektierungen $\frac{1:2\,500}{1:25}$ und weniger.

Anm. 2. Eine praktische Näherungsformel für die Staukurve ist in dem Bändchen „Hydraulik“ S. 96, eine weitere für Stauweite und Stauhöhe ebenda, S. 98ff. gegeben.

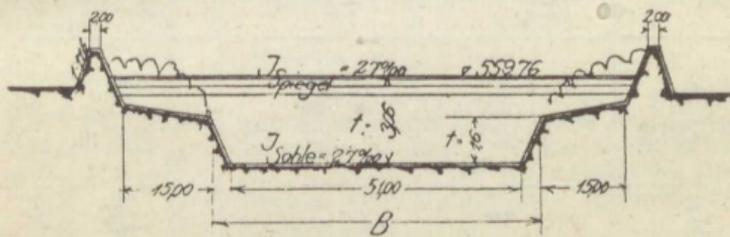
b) Abflußberechnungen an der Wasserrückgabe.

Aufgabe. Bei einer Werkanlage sei an der Einmündung des UW-Kanals in den geschiebeführenden Fluß das Flußprofil und der Wasserstand für KHW wie in Fig. 7 bekannt. Zu bestimmen die Profiltiefe für beliebige Q , oder die Flußcharakteristik (Konsumtionskurve) an der Wasserrückgabestelle. Die Vorländer sind bewachsen, also für die Wasserabführung als unwirksam anzunehmen (Rechenschieber).

Lösung. Die verlangten Profiltiefen sind diejenigen Wassertiefen, welche sich beim gleichförmigen Abfluß der verschiedenen Q einstellen.

Selten ist es möglich, direkte Messungen bei verschiedenen Wassermengen vorzunehmen, schon deshalb, weil

Fig. 7. Korrektionsprofil eines oberbayrischen Gebirgsflusses.



Tab. 6. Profilberechnung im Mutterfluß am Kanalauslauf.

Nr.	Füllungs s m	Profilfläche F qm	Benetzter Umfang p m	Hydraul. Radius R m	Rauh.-Beiwert $k = \frac{100 \sqrt{R}}{2,46 + \sqrt{R}}$	Mittl. Ge- schwindigkeit $v = k \sqrt{R J_r}$ m/Sek	Wasser- menge $Q = v \cdot F$ cbm
I	0,50	$(51 + 1)0,5^1$ = 26,0	$51 + \frac{1}{0,448}$ = 53,2	0,47	$\frac{68,5}{3,15} = 22$	$\frac{1}{0,0027}$ = 0,052 0,78	20
II	0,90	$(51 + 1,8)0,9$ = 47,5	$51 + \frac{1,8}{0,448}$ = 55,0	0,86	$\frac{93}{3,39} = 27$	1,30	62
III	1,60	$(51 + 3,2)1,6$ = 86,9	$51 + \frac{3,2}{0,448}$ = 58,2	1,49	$\frac{122}{3,68} = 33$	2,09	182
IV	2,30	$(51 + 3,2)1,6^3$ + $(51 + 6,4)0,7$ = 127,1	$51 + \frac{3,2}{0,448}$ = 58,2	2,18	$\frac{148}{3,94} = 37$	2,85	362

1) Entspricht der für Trapezprofile bequemsten Formel

$$(6) \quad F = (s + t \cotang \varphi) t.$$

Hier ist $\cotang \varphi = 2$, also $F = (s + 2t) t$.

2) Der Rechenschieber zeigt zu $\cotang \varphi = 2$ oder $\tan \varphi = 0,500$ den Böschungswinkel $\varphi = 26^\circ 36'$ und auf der Sinusteilung $\sin \varphi = 0,448$. Man stelle am rechten Schiebende oben den Wert 0,448 der Zunge unter 1, dann stehen jeweils die Längen der zweimaligen Böschung über den t .

3) Der Flußschlauch ist bis zum Vorländerrand, der sog. Leitlinie, 1,60 m tief, die obere Breite ist $B = s + 2 \cdot 2t$. Die Vorländer tragen nichts bei.

4) Die bewachsenen Vorländer stehen voll Wasser, dessen $v \approx 0$, also ist Reibung am benetzten Umfang nur im Flußschlauch vorhanden.

mit dem Werkkanalbau gewöhnlich eine Flußkorrektur an der Rückgabestelle verbunden zu sein pflegt. Es bleibt dann nichts übrig, als den mutmaßlichen zukünftigen Zustand zum voraus rechnerisch zu bestimmen.

Unter den vielen Formeln über das Wasserfließen wählt man beim praktischen Bauen am einfachsten und sichersten die von Chézy¹⁾ und Kutter.

Man rechnet zunächst die bekannten Angaben für Q 620 durch und bekommt dadurch Werte für k und für m . Mit denselben Werten wird dann, zu angenommenen Profiltiefen, z. B. 0,50 — 0,90 — 1,60 und 2,30 m, die Wassermenge Q gerechnet; dies, graphisch aufgetragen, ergibt die Flußcharakteristik. Um Fehler zu vermeiden, rechnet man am besten tabellarisch (siehe Tab. 6).

Die Tiefe $t = 3,06$ ergibt eine Profilfläche

$$F = (51 + 2 \cdot 1,60) 1,60$$

$$+ (51 + 6,40) \cdot 1,46 = 170,9 \text{ qm}$$

und einen benetzten Umfang

$$p = 51 + 2 \cdot \frac{1,60}{\sin(1:2)} = 58,2 \text{ m.}$$

1) Eine Auseinandersetzung gegenüber Bazin und Abwehr der Epperschen Einwände veröffentlichte der Verfasser erstmals in der Schweiz. Bauz. 25. 12. 1912. Über die angebliche Priorität von Brahm vgl. Rühlmann, Hydromechanik 1880, S. 396, Anm. 4.

Daher der hydraulische Profilradius

$$R = \frac{F}{p} = \frac{170,9}{58,2} = 2,94$$

und die mittlere Profilgeschwindigkeit

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{620}{170 \cdot 9} = 3,63 \text{ m/Sek.}$$

Es mußte also eine Rauigkeit geherrscht haben von

$$k = \frac{v}{\sqrt{R J_r}} = \frac{3,63}{\sqrt{2,94 \cdot 0,0027}} = 41,$$

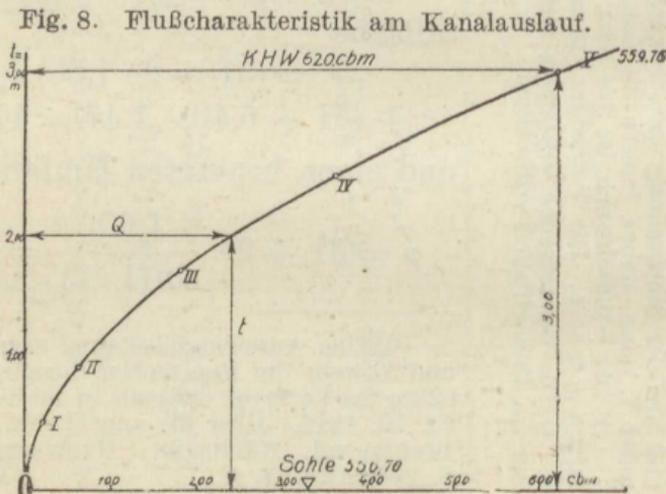
welchem Wert in der vereinfachten Kutterschen Formel

$$k = \frac{100 \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$$

eine Rauigkeitsziffer entsprach von

$$m = \frac{171}{41} - 1,71 = 2,46.$$

Dieses m wird für die nunmehr zu berechnenden übrigen Füllungstiefen am einfachsten beibehalten. Man rechnet damit ungünstig, weil bei kleineren Füllungen im Fluß



die Geschiefbeführung geringer und k etwas größer ist. Bei größeren k bekäme man größere v oder niedrigere Füllungen; die Beibehaltung von k gibt die Füllung des Flusses für dieselbe Kubikmeterzahl etwas zu hoch, geht also, weil ungünstig, insofern sicherer, als man für das Werk den Rückstau nicht zu klein oder die PS-Anzahl nicht zu groß erwartet.

Wenn die gefundenen Werte graphisch aufgetragen sind, kann man zu jeder angenommenen Tiefe t die zugehörige Wassermenge Q ablesen und umgekehrt.

Anm. Über den Rauigkeitskoeffizienten k siehe nächste Seite.

Des Zusammenhangs wegen sind nachstehend die Formeln von Chézy und Kutter, bzw. Kutter-Ganguillet aufgeführt, mit spezieller Beziehung für Werkkanäle (vgl. Sammlung Göschen, Hydraulik, S. 103 ff.). Die vom Wasser bei seiner Fortbewegung zu überwindende „Reibung“ \mathfrak{R} setzten Ganguillet und Kutter bekanntlich dem Quadrat der Geschwindigkeit v proportional, also

$$\mathfrak{R} = c^2 \cdot v^2.$$

Statt c hat sich in Deutschland allgemein der Wert $k = \frac{1}{c}$ eingebürgert in der Gleichung von Chézy

$$(7) \quad v = k \sqrt{R J_r},$$

mit Profilradius $R = \frac{\text{Profil}}{\text{benetzter Umfang}}$ und $J_r =$ Rinngefälle des fließenden Wassers. Vielfach wird auch geschrieben $v = c \sqrt{R J_r}$, historisch richtig ist aber allein k . Für k gelten

die allgemeine Gleichung von Kutter und Ganguillet:

$$(8) \quad k' = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{1,55}{J_r}}{1 + \left(23 + \frac{1,55}{J_r}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

[J_r in ‰]

und die einfache Kuttersche Gleichung, nach Lueger gültig für

$$J_r \leq 0,5\text{‰}:$$

$$(9) \quad k = \frac{100 \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$$

Bei vollaufenden Rohrleitungen wird $R = D/4$ und $k = \frac{100 \sqrt{D}}{2m + \sqrt{D}}$.

Die Formel $v = k \sqrt{R J_r}$ wird mit $J_r = \frac{h}{l}$ dann häufig in der Form geschrieben:

$$(10) \quad h = \frac{\lambda \cdot Q^2 \cdot l}{D^5},$$

worin

$$(11) \quad \lambda = \frac{64}{\pi^2 \cdot k^2}.$$

Tab. 7. Mittelwerte der Rauigkeitsziffern m und n in den Kutterschen Gleichungen.

Gerinnewandungen	m	n
aus neuem vollständig glattgeputzten Beton (Spiegelputz), glattgehobeltem Holz, glatten Metallplatten ohne Ränder, z. B. eisernen Druckrohrleitungen neu. . . .	0,10	0,0109
aus älterem vollständig glattgeputzten Beton, sauberem glatten Quadermauerwerk oder älteren Metallplatten, z. B. älteren eisernen Druckrohrleitungen, Druckrohrleitungen in Eisenbeton	0,20	0,012
aus älteren Zementrohren mit Rändern. . .	0,35	0,0135
aus rauh zugeriebenen älteren Betonputzflächen, gewöhnlichem Schichten- oder Backsteinmauerwerk	0,50	0,015
aus ebenen Betonflächen ohne Putz, gefugtem hammerrechten Bruchsteinmauerwerk, Sohle etwas mit Schlamm bedeckt . .	0,70	0,017
aus altem Beton oder Mauerwerk mit schlammiger, unbefestigter Sohle; aus glattem Fels	1,00	0,020
aus Kies mit steiniger oder schlammiger Sohle und wenig Wasserpflanzen; aus sehr rauhem Fels	1,70	0,027
Gewässer mit in Bewegung befindlichem Geschiebe, Wasserpflanzen, Eisgang usw. .	2,40 und mehr	0,034 und mehr

Bem. An Berührungsstellen mit totem Wasser, wie z. B. bei ungleich tiefen Flüssen häufig, erniedrigen sich die Rauigkeitsziffern, weil hier die „Wandreibung“ stellenweise fortfällt.

§ 7. Das Bruttogefälle der Kraftstation und seine Ermittlung. (Stationsgefälle.)

Der Unterschied zwischen dem betriebsmäßigen Ober- und Unterwasser einer Kraftstation wird nach Lueger und Holl als deren Bruttogefälle bezeichnet. Dies ist bei Werkanlagen ohne Wasserfernleitung gleich dem Rohgefälle, in allen andern Anlagen aber hiervon verschieden um denjenigen Betrag an Gefälle, welcher zur Transportierung des Wassers in den Werkgerinnen notwendig ist. Bei den Wasserkraftanlagen handelt es sich, ebenso wie bei der Wasserversorgung, der Flußkanalisierung usw. hauptsächlich um Bewegung des Wassers in regelmäßigen Gerinnen, so daß zunächst hierauf näher einzugehen ist.

Der Gefällverlust in den Werkgerinnen setzt sich zusammen aus dem „Erzeugungsgefälle“, d. h. dem zur Erzeugung oder Änderung der Fließgeschwindigkeit erforderlichen Druckgefälle und dem zum eigentlichen Fließen nötigen sogenannten Rinngefälle, also nach bekannten Sätzen der Hydraulik:

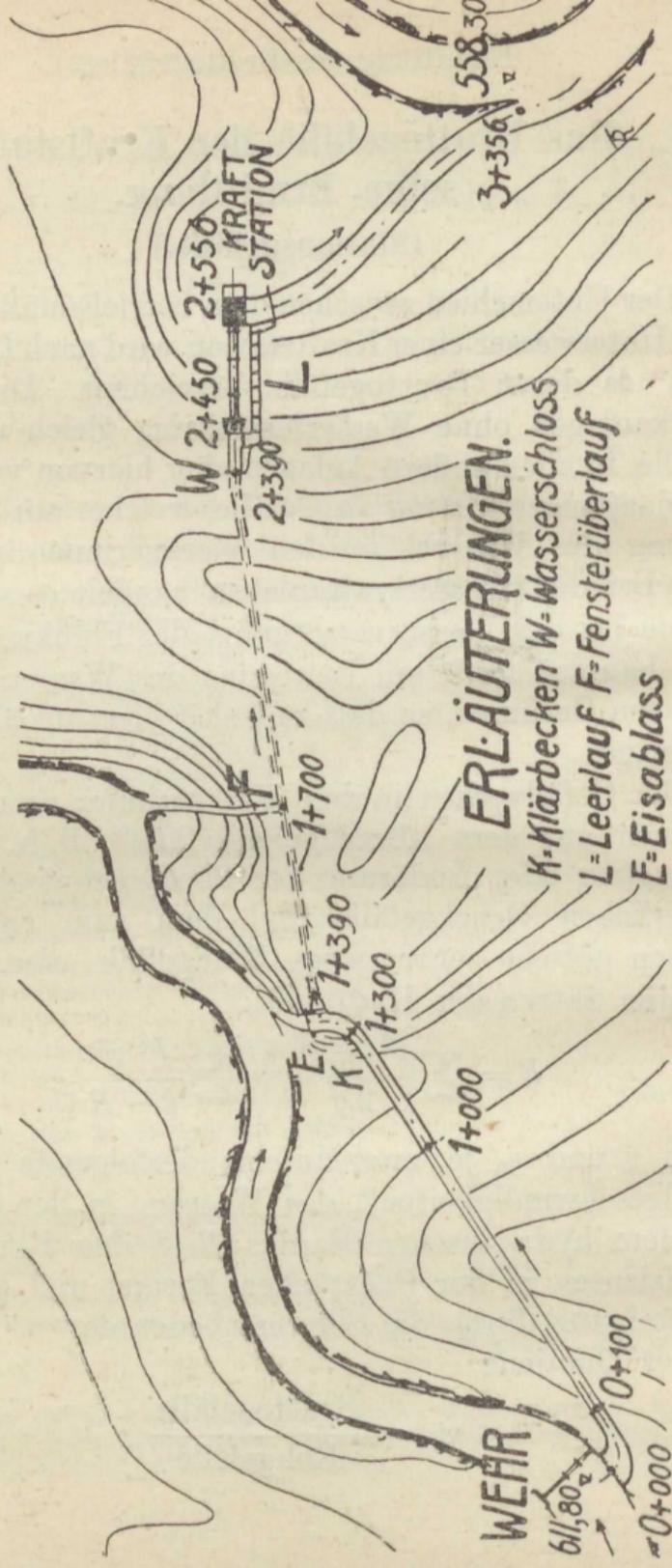
$$(12) \quad h = \sum \frac{v^2 - v_0^2}{2g} + \sum \frac{l \cdot v^2}{k^2 \cdot R},$$

worin v und v_0 je zwei aufeinanderfolgende „mittlere Profilgeschwindigkeiten“ des Wassers in der Strecke l mit dem hydraulischen Radius R , k den Rauigkeitskoeffizienten in der Chézyschen Formel und g die Beschleunigung durch die Schwere bedeuten.

Der Quotient

$$\eta_a = \frac{\text{Bruttogefälle}}{\text{Rohgefälle}}$$

Fig. 9. Zur Aufgabe des § 7.
 Übersichtsplan einer Wasserfernleitungsanlage $Q = 80$, $H_{\text{roh}} = 58\frac{1}{2}$.



stellt das Güteverhältnis oder den Wirkungsgrad der Wasserfernleitung dar, er wird auch wasserbaulicher oder äußerer Wirkungsgrad der Wasserkraftanlage genannt. η_a soll unter normalen Verhältnissen möglichst 90% erreichen, sinkt bei kleinen Gefällen tiefer und steigt bei ganz oder teilweise fehlender Wasserfernleitung entsprechend höher.

Bei fehlendem oder nicht langem Oberwassergerinne führt man die wasserbaulichen Anlagen gewöhnlich so aus, daß am Wasserschloß der Kraftstation dieselben Wasserstände herrschen können, wie an der Entnahme. Bei $Q = 0$, also Betriebsstillstand, stellt sich, falls die Einlaufschützen offen bleiben, der Entnahmespiegel, die „Wehrwage“, im Wasserschloß von selbst ein. Wird der Oberkanal aber länger als etwa 1 km, so würde, besonders bei starken Hochwasserschwankungen, die Erhöhung der Gerinnewände zu teuer, und man hat dann Vorkehrung zu treffen¹⁾, daß

1. mehr als ein gewisses größtes Wasserquantum in den Kanal nicht eintreten kann, und
2. der Wasserstand im Wasserschloß eine bestimmte äußerste Höhe nicht überschreitet.

In allen Fällen hat man die Werkwassergerinne für Höchst-, Normal- und Kleinwasser zu berechnen. Die Berechnungsweise ist an einem Beispiel gezeigt.

Vorbem. Das Beispiel nimmt der Einfachheit halber die Bestimmung von „Nettogefälle“ und „innerem Wirkungsgrad“ (§ 8) gleich mit voraus.

Aufgabe. Die nebengezeichnete und in den Erläuterungen beschriebene Anlage nützt eine 10mona-

¹⁾ Hierbei leisten Streichwehre und selbsttätige Heberüberläufe vorzügliche Dienste.

tige Wassermenge von $Q = 30$ cbm aus, an zwei weiteren Monaten des Jahres sinkt Q unter 30, und zwar beträgt $Q_{\min} = 15$. Das Rohgefälle¹⁾ beträgt 51,25 m. Gesucht für Q 30:

Brutto- oder Stationsgefälle (zwischen Wasserschloß und UW),

Nettogefälle (wirksames Turbinengefälle),

äußerer bzw. innerer Wirkungsgrad.

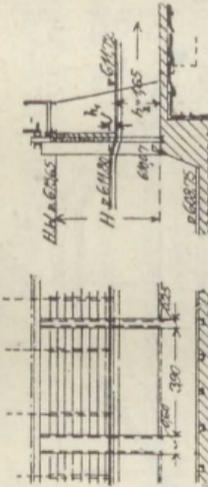
Es ist möglichst ungünstig zu rechnen (Rechen-schiebergenauigkeit).

Erläuterungen: Flußsohle am Wehr auf 608,75, größtes HW gestaut auf 613,65. Gebirgsgegend, Fluß Geschiebe und Eis führend. Geringe Neigung zur Bildung von Wasserpflanzen. Untergrund in den Niederungen kiesig, im Berg lagerhafter Kalk mit normalen Druckverhältnissen des Gebirges. Zwischen St. 1 + 000 und 1 + 300 von Kote 607,0 abwärts stellenweise Schwimmsandschichten eingelagert. Kies zum Betonieren geeignet. Vor dem Tunnel und am Wasserschloß Klärbecken mit Leerlauf, beim Wasserschloß Übereich und am Tunnelfenster selbsttätiger Heberüberlauf. Stromverwendung für eine Fabrik, welche Turbineneinheiten von mindestens 3500 PS verlangt hat. Etwaige Wege oder Bäche sind durch Bogenbrücken über den Kanal zu führen, daherrührende Gefällverluste also, weil unbedeutend, in der Rechnung außer acht zu lassen.

Lösung. Die Berechnung erfolgt am einfachsten tabellarisch, dadurch werden Fehler am ehesten vermieden und es wird an Übersichtlichkeit gewonnen.

¹⁾ Über Rohgefälle und Stationsgefälle s. WA I, S. 17.

Tab. 8. Gefälleberechnung für Normalwasser.

Streckenabschnitt	Profil (Abbildung oder nähere Angaben)	F p R	k	v	J_r	h	Spiegelkote am Ende des Abschnitts
0 + 000		—	—	1,20 ¹⁾	—	0,08	611,72
						Übertrag: 0,08	

Bemerkungen.

¹⁾ Angenommener Wert, gleich v_{kanal} . Daher Druckhöhe $h_1 = \frac{v^2}{2g} = 0,08$. Der Eintritt durch den Einlaufquerschnitt ist ein unvollkommener Überfall, siehe Formel (3), S. 38. Wenn hierin $\mu = \mu_1 = 0,60$ angenommen (ungünstig!), so ist

$$b = \frac{30}{0,40 \cdot 0,08 \cdot 1,25 + 0,60 \cdot 1,65 \cdot 1,25} = 23,4 \text{ m}$$

4* gesamt. Die einzelne Schützbreite wird nach dem Hollschen Schieber, wenn unterste Bohle 260 mm stark, 3,90 m bei $H = 3,60$ m; $6 \cdot 3,90 = 23,4$. Der Wiedergewinn an Druckhöhe hinter dem Einlauf wird (ungünstig!) vernachlässigt.

Tabelle 8 (Fortsetzung).

Streckenabschnitt	Profil (Abbildung oder nähere Angaben)	F $\frac{p}{R}$	k	v	J_r	h	Spiegelkote am Ende des Abschnitts
Von 0 + 000 bis 0 + 100 also 100 m	Fig. 11. Profil wechselnd, von 0 + 000 ab wie folgt (kann als Mittel gelten): 	25,1 14,8 1,69	64 ²⁾	1,20 ³⁾	Übertrag: 0,08 0,2 ⁰ / ₀₀ ⁴⁾	0,01	611,71
Von 0 + 100 bis 1 + 000 also 900 m	Fig. 12. OW-Kanal, Erdprofil im Einschnitt ⁵⁾ . <i>OH-Kanal, Leberprofil</i> 	25,0 15,0 1,67	44 ⁶⁾	1,20	0,45 ⁰ / ₀₀	0,41	611,30
Von 1 + 000 bis 1 + 300 also 300 m	Fig. 13. <i>OH-Kanal, Profil in der Aufstellung</i> (mit BetongefäÙ) 	25,0 15,0 1,67	64	1,20	0,21 ⁰ / ₀₀	0,06	611,24

²⁾ Rasch aus der vereinfachten Kutterschen Formel $k = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$ mit $m = 0,70$, was ein Erfahrungswert für älteren Beton mit ebener Oberfläche, doch ohne Putz.

$$3) \varphi = \frac{Q}{F}$$

$$4) \text{ Aus der Chézyschen Formel } J_r = \frac{v^3}{k^2 \cdot R}$$

Sofern die Kuttersche Formel nur gilt für $J_r < 0,5 \text{ ‰}$, so ist nunmehr k nach der genauen Formel von Kutter und Ganguillet

$$k = \frac{1}{23 + \frac{1}{n}} + \frac{1,55}{J} \sqrt{R}$$

(J in ‰)

zu kontrollieren. Wert 64 stimmt!

5) Das „relativ günstigste Kanalprofil“ ist anzustreben, wenn auch nicht immer erreichbar. Bei diesem Profil wird J_r ein Minimum; der mit h aus Spiegelmitte geschlagene Kreis berührt die 3 Seiten des Gerinnes. Daher wird

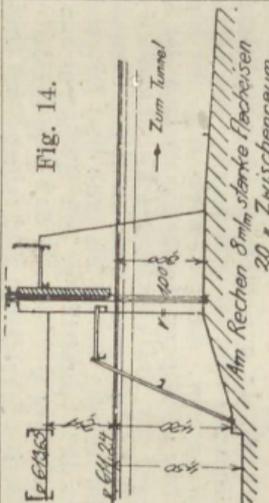
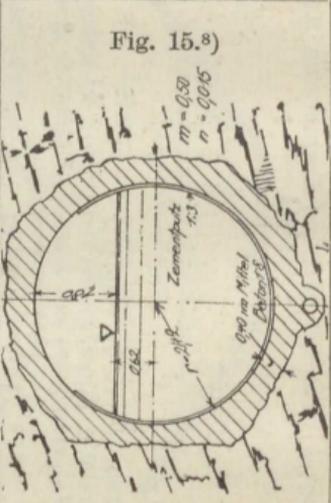
$$(13) \quad h = b \sin \varphi, \quad \frac{s}{2} = b(1 - \cos \varphi), \quad F = h(a + s) = h[a + 2b(1 - \cos \varphi)].$$

Die Profilwahl hat außerdem zu berücksichtigen: geologischen Untergrund, Dammschüttungsmaterial, Herstellungsart, Bildung von Oberflächeneis, von Grundeis und Algen, Schleppkraft, Wasserdichtheit des Profiles in der Auffüllung usw. Außerdem ist auch der Einfluß höherer v zu untersuchen, welche bei Durchspülungen des Kanals, bei plötzlichen Totalentlastungen der Station und bei Hochwasserkatastrophen (vgl. § 12) eintreten können. Wegen der Transportiergeschwindigkeiten siehe WA I, S. 80. Im vorliegenden Fall sind z. B. bei 3,5 bis 4 m mittlerer Tiefe unter dem künftigen Kanalspiegel Schwimmsandschichten erbohrt, der Kies des Untergrundes sei im übrigen mittel bis grob und festgelagert, mit natürlichem Böschungswinkel des aufgeschütteten Materials von 35°, baggerfähig. Mit Rücksicht auf Eisgefahr wird v möglichst hoch gewählt, da durchweg Einschnitt, $v = 1,20$ bei $Q = 30$, so daß bei $Q_{\text{kleinst}} = 15$ immer noch $v = 0,60$. Hierbei kann das Wasser allerdings noch allerhand Schlamm und feinen Sand transportieren, daher Schlammfang bei Stollen und Wasserschloß.

Hiermit Kanalquerschnitt $F = \frac{Q}{v} = \frac{30}{1,20} = 25 \text{ qm}$. Wegen Grundeis und Algen muß h etwa mindestens gleich 2,30 sein, wegen Schutz gegen die unten befindlichen Schwimmsandschichten höchstens zulässig $h = 2,70$. Daher Probe mit $h = 2,70$. Rechenschieber ergibt zur Böschung 1 : 1,5 den Winkel $\varphi = 33^\circ 41'$ und $\sin \varphi = 0,555$. Dies am rechten oberen Ende auf der Schieberzunge unter 1 gestellt, zeigt über 2,70 der Zunge den Wert $b = 4,86$; mit $\cos^2 = 1 - \sin^2$ liest man auf der untersten Teilung rasch ab $\frac{s}{2} = 4,86 \cdot 0,168 = 0,82$. Es erscheint nun $F = 2,70(4,10 + 2 \cdot 0,82)$ immer noch kleiner als 25. Daher verbreitert man die Sohle auf 5,20, womit $F = 25$ erreicht. Ausführungsmasse des Erdprofils stets auf Dezimeter abrunden!

6) Genauer als auf ganze Einheiten das k anzugeben, hat, besonders bei Neuberechnungen, keinen Wert.

Tabelle 8 (Fortsetzung).

Streckenabschnitt	Profil (Abbildung oder nähere Angaben)	F p R	k	v	J_r	h	Spiegelkote am Ende des Abschnitts	
Von 1 + 300 bis 1 + 350 also 50 m	Vor dem Tunnelleingang ein Klärbecken, Rechen und Abschlussschutz. Bis Mitte Rechen 50 m	120 35,6 3,37	—	im Klärbecken 0,25	Übertrag: 0,56	0,0	611,24	
Bis Tunnelanfang 40 m	 <p>Fig. 14.</p>	Gefällverlust ⁷⁾ im Rechen ($v = 0,60$) im Abschlussschutz ($v = 1,00$) bis Tunnel		0,02 0,03 0,27	—	610,92		
Von 1 + 390 bis 2 + 390 also 1 km	 <p>Fig. 15.⁸⁾</p>	12,0 ⁹⁾ 8,8 1,36	69	2,50	0,97 ^{0/100} ¹⁰⁾	0,97	609,95	
Gefällverlust beim Passieren des Fensterüberlaufs ¹¹⁾ geschätzt auf							0,05	609,90
Sa = Gefällverlust zwischen Entnahme und Wasserschloß							1,90	

7) Projektierungsvorgang folgendermaßen: Man setzt zunächst die ϑ fest, die man zulassen will: in Klaffen 0,25, Rechen 0,60, Schütze 1,00 und Tunnel 2,50 m/Sek. Daraus ergeben sich die F zu 120, 50, 30 und 12 qm Wasserquerschnitt, und die mittleren Wasserbreiten bei den Tiefen der Textfigur zu 26,60, 11,90 und 10,00 m. [Über Tunnel nachher.] Am Rechen kommt zur Wasserbreite die Gesamtbreite der Eisenstäbe hinzu, oder es ist 11,90 zu verbreitern im Verhältnis $\frac{20+8}{20}$, gibt 15,6 m. An der Schütze tritt Kontraktion der Wasserfäden ein, etwa $\mu \leq 0,75$, außerdem sind für die hölzernen Schützen Pfeilerbauten nötig. Läßt man für die unterste Bohle noch 27,5 cm Stärke zu, so wird, bei 5,41 m Maximalwassertiefe vor der Schütze, eine freie Tafelbreite von 3,33 m erhalten. [Am hydrotechnischen Rechenschieber von Holl stellt man mit Zungenunterseite das Zeichen $\frac{1}{S}$ unter 275 und liest auf Skala ϑ bei 5,41 die 3330 mm Breite ab.] Wegen des μ vergrößert sich die Breite 10,0 auf $\frac{10,0}{\mu}$, also mit $\mu = 0,75$ auf 13,3 m, und man sieht, daß man mit 4 Schütztafeln und 3 Zwischenpfeilern von beispielsweise 30, 60, 30 cm Stärke auskommt. Also Breite an der Schütze im ganzen 14,50 m. Die Gefällverluste werden nun einfach gesetzt gleich den zur Geschwindigkeitserzeugung nötigen Druckhöhen, also im Rechen $h = \frac{0^3,60}{2g} - \frac{0^3,25}{2g} =$ rund 2 cm, in der Abschlussschütze

$$\frac{1^3,00}{2g} - \frac{0^3,60}{2g} = 3 \text{ cm und am Tunnelmund } h = \frac{2^3,50}{2g} - \frac{1^3,00}{2g} = 27 \text{ cm; auf den teilweisen Druckhöhenrückgewinn, der in praxi eintritt, wird (ungünstig!) verzichtet.}$$

Das Gebirge habe die Ausfühungsmöglichkeit dieses Profils ergeben, Beton 1 : 8, mit 40 cm mittlerer Wandstärke. Beim nichtgefüllten Kreisprofil [was für das Durchstreichen der Luft vorteilhaft] ergibt sich das günstigste Profil, nämlich dasjenige größter Geschwindigkeit für ein gewähltes J_r bei einer Füllung von $102^{1/2}$ Zentriwinkel (siehe Fig. 16). Dabei hätte) man nach bekannten Sätzen der Hydraulik $F = \frac{\varphi}{2} (\varphi - \sin \varphi)$,

woraus, mit $\varphi = 360^\circ - 102^{1/2} = 257^{1/2}$, käme $F = 0,684 D^2$ oder der Durchmesser $D = 4,22$ bei einer Wassertiefe von 3,43, Spiegelbreite von 3,30 m und Kalottenhöhe von 0,79. Damit nun bei NW und z. B. Sulzeis auch stets das Durchstreichen von Luft gewährleistet ist, nimmt man eine um 1 m größere Kalottenhöhe und erhält dann durch zeichnerische Verwandlung [das im Rechnungstext gezeichnete Profil (Fig. 15). Zur Vermeidung von Wasserverlusten genügt innen zugieriebener Portlandzementputz 1 : 3, dabei ist m etwa gleich 0,50.

9) $F = \frac{3,14}{2} \cdot 2^2,42 + 4,8 \cdot 0,6 =$ rund 12 qm; $p = 3,14 \cdot 2,42 + 2 \cdot 0,6 = 8,8$, also $R = 1,36$.

10) $J_r = \frac{2^2,50}{69^2 \cdot 1,36} = 0,97^0/00$. Mit dem Rechenschieber auszurechnen.
 11) Hierüber siehe den § 12 dieses Kapitels.

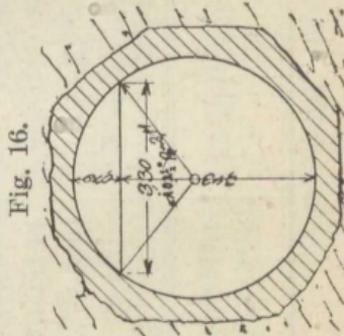
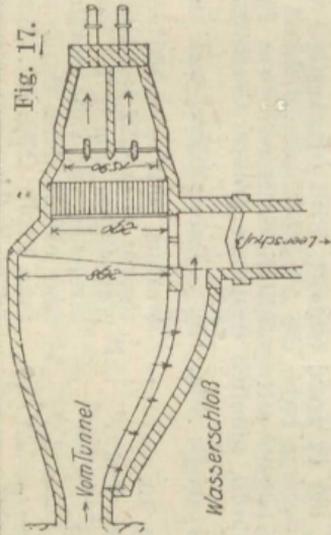
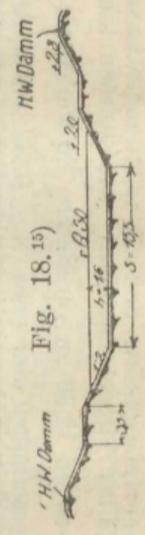


Fig. 16.

Tabelle 8 (Fortsetzung).

Streckenabschnitt	Profil (Abbildung oder nähere Angaben)	F p R	k	v	J_r	h	Spiegelkote am Ende des Abschnitts
Von 2 + 390 ab 60 m Klärstrecke und Einlauf	 <p>Fig. 17.</p>	Gefällverlust in Rechen ¹²⁾ , Schütze und Einlaufkammer geschätzt auf	Übertrag: 1,90				609,85
			Beschleunigung von 1,0 m auf 2,60 m	$\frac{2^2,6 - 1^2,0}{2g}$	—	0,30	
			5,78 $R = D/4 = 0,675$	80	2,60	1,70/00	
Von 2 + 450 bis 2 + 656 also 206 m	Zwei Druckrohre von je 2700 mm Durchmesser ¹³⁾						} ¹⁴⁾ (609,10)
—	Druckverluste in Rohrkrümmern und Absperrorgan (Schieber oder Drosselklappe am Ende der Rohrleitung) geschätzt auf					0,10	
Gefällverlust oberhalb der Station Sa.: 2,70							
—	Nettogefälle	—	—	—	—	50,50	558,60
700 m lang	 <p>Fig. 18.¹⁵⁾</p>	30 22,7 1,32	42	1,0	0,430/00	0,30	558,30 am Auslauf
Total-Sa.: 53,50							

12) Hierbei ist aber, im Unterschied zu oben, die Rechenstelle so zu verbreitern, daß v zwischen den Rechenstäben 0,5 m/Sek nicht überschreitet, also $F_{\text{Rechen}} = 60$ und $b = 60 \cdot \frac{1}{20} \cdot \frac{1}{4,20} = 20,0$ m zu machen; denn es sollen keinerlei Verunreinigungen von Sand, Schwimmkörpern usw. in die Rohrleitung und Turbinen gelangen können. Die Gesamtbreite an der Schütze beträgt, weil der Mittelpfeiler, statt 60 cm wie oben, hier 2 m breit ist — aus statischen Gründen, wenn eine Kammer wasserleer —, statt 1,4,50 hier 15,90 m.

13) Einfache Berechnung des „wirtschaftlichen“ Rohrdurchmessers wie folgt. Nennt man das Gefälle zwischen Wasserschloß und UW H_{brutto} und hat die Turbinenanlage den Wirkungsgrad $\eta = 75\%$, so sind die „Bruttopferde“ $PS_{\text{brutto}} = 10 Q (H_{\text{brutto}} - h_{\text{ro}})$, unter h_{ro} den Gefällsverlust in der gesamten Rohrbrunnanlage verstanden. Eine Brutto-PS ist unter normalen Verhältnissen heutzutage nach Lueger $p = 500$ bis 1000 Mark wert. Sei $p = 1000$ und kostet der Meter Rohrleitung $k \cdot D$ Mark, so ist bei zwei Druckrohren, also mit $Q = 15$, ferner mit dem vorläufigen Wert von $H_{\text{brutto}} = 50$, Länge der Rohrleitung $L = 206$ und der Beziehung

$$h = \text{Gefällsverlust in der Rohrleitung} = \frac{\lambda \cdot Q^2 \cdot l}{D^5} \quad (\lambda \text{ vgl. § 6b) der Kapitalwert der „Nettopferde“}$$

$$(1.4) \quad K = 10 Q \cdot p \cdot (H_{\text{brutto}} - h) - k \cdot D \cdot l = 15000 (50 - h) - 20600 \sqrt[5]{\frac{0,0025 \cdot 225 \cdot 206}{h_{\text{ro}}}} \quad [\lambda \text{ vorläufig} = 0,0025$$

gesetzt, was etwa dem Darcyschen $B = 0,0004^*$) entspricht.] K ist also von h_{ro} abhängig, und für das Maximum von K muß $\frac{dK}{dh_{\text{ro}}} = 0$ sein. Es kommt $0 = -15000 + \frac{1}{5} \cdot 20600 \sqrt[5]{\frac{0,0025 \cdot 225 \cdot 206}{h_{\text{ro}}}}$ oder ausmultipliziert $h_{\text{ro}} = \frac{1}{5,5}$. Mit Rechenschieberlogarithmen weiter: $6 \cdot \log h = 0,000 - 0,740$; $\log h = 0,000 - 0,1233$ oder $9,8767 - 10$, also $h \approx 0,75$. Bei Wahl von 3 Druckrohren ergäbe sich ein anderes h .

14) Die Summe dieser Verluste muß 0,75 ergeben, was der Fall; mit dem Hollischen Schieber erhält man rasch diejenigen Werte von v und D , daß $h_e = \frac{v^2 - v_0^2}{2g}$ und Rohrreibungsverlust zusammen 0,65 ergeben, die restlichen 0,10 sind für Verlust in Krümmern und Abschlußorganen angenommen. Bei Freistrahlröhren ginge von $h = 0,75$ auch noch das „Freihängen“ ab, vgl. § 8.

15) Die Tiefe des UW-Kanals nehme man an Geschiefbefläßen nie größer als die Flußtiefe an der Ausmündung des Kanals, sonst muß man am Auslauf, entsprechend dem Sohlenanstieg, verbreitern, und gerade die Verbreiterung des Kanalauslaufs verursacht eine größere Störung des Wasserabflusses im Mutterbett, als eine möglichst schmale Einmündung. Sei bei $Q = 30$ im Fluß $h = 1,60$ und wähle man $v = 1,0$, so kommt für das Kanalprofil mit

$$\text{(bei Kies!)} \text{ zwei maligen Böschungen: } F = \frac{1}{30} = 30 \text{ und } (s + 3,2) 1,6. \text{ Also } s = 15,5. \text{ Nun } R = \frac{15,5 + 7,2}{1} = 1,32 \text{ und, bei } m = 1,60, k = \frac{115}{2,75} = 42, \text{ das Spiegelgefälle aber } J_r = \frac{v^2}{k^2 \cdot R} = \frac{1}{42^2 \cdot 1,32} = 0,43\%.$$

*) Siehe Samml. Göschen, Hydraulik, S. 130.

Ergebnis: Das Rohgefälle plus Wehrstau beträgt
 $51,25 + 2,25 = 53,50$ m und das Bruttogefälle $53,50$
 $- 1,90 - 0,30 =$ **51,30 m.**

Das Nettogefälle beträgt $51,30 - 0,80 =$ **50,50 m.**

Somit ergeben sich folgende Wirkungsgrade:

äußerer Wirkungsgrad

$$\eta_a = \frac{\text{Bruttogefälle}}{\text{Rohgefälle plus Wehrstau}} = 100 \cdot \frac{51,3}{53,5} = 96\%;$$

innerer Wirkungsgrad

$$\eta_i = \frac{\text{Nettogefälle}}{\text{Bruttogefälle}} = 100 \cdot \frac{50,5}{51,3} = 98,5\%.$$

Das Produkt

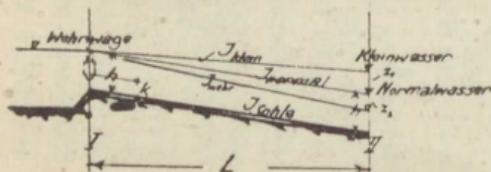
$$\eta = \eta_a \cdot \eta_i$$

heißt Gesamtwirkungsgrad der Wasserkraftanlage.

Anm. 1. Auch das „Normalwasser“ kann man, durch ein regulierbares Übereich, stauen und stets so hoch halten als die behördlich erlaubte „Toleranz“ (Überflutungshöhe am Übereich) zuläßt. Voraussetzung hierfür ist, daß die Regulierung des Übereichs immer funktioniert.

Anm. 2. Die Sohle der Werkkanäle pflegt man im Längensprofile so anzuordnen, daß bei Normalwasser gleichförmige Wasserbewegung herrscht. In diesem Falle ist das Spiegelgefälle gleich dem Sohlgefälle (siehe Fig. 19). In die Figur sind noch zwei andere Spiegellagen eingezeichnet, nämlich J_{klein} für den Fall, daß das vom Werk verbrauchte Wasser kleiner ist als Q_{normal} , und J_{mehr} , im Falle Q_{Werk} größer als Q_{normal} .

Fig. 19.
Spiegelgefälle in einem OW-Kanal.



Für Kleinwasser, welches nicht so viel Reibungsgefälle verbraucht wie Normalwasser, wird bei Einhaltung der konzessionierten Wehrwage oder, bei Tandemanlagen, des

Untereichpfahls der Kraftstation des Oberliegers, ungleichförmige Bewegung des Wassers eintreten. Der Wasserspiegel bei Kleinwasser ist theoretisch eine Kurve, die ihre konvexe Seite nach der Sohle kehrt; sie ist nichts anderes als die Staukurve für einen bei II¹⁾ bestehenden Stau z_1 . Bei „Mehrwasser“ ist es umgekehrt; der seine konvexe Seite nach oben kehrende Wasserspiegel ist nichts anderes als die Senkungskurve für eine bei II bestehende Absenkung z_2 .

Auch bei Normalwasser kommt an vielen Wasserkraftanlagen häufig ungleichförmige Wasserbewegung vor, wenn „mit Stau gefahren“ wird.

In der Praxis genügt es, wenn man bei der Berechnung dieser Spiegelkurven die Länge L in gleiche Abschnitte von 300, 500, 1000 usw. Metern einteilt und auf diesen Teilstrecken die Bewegung als gleichförmig berechnet. Diese „abschnittsweise“ oder „punktweise“ Berechnung der Kurve kann genau so, wie das Beispiel dieses Paragraphen, sowohl von I aus abwärts, wie von II aus aufwärts erfolgen.

Für unser Beispiel ergibt sich auf diese Weise für Q_{15} und $H_{\text{roh}} = 53,80$

das Bruttogefälle zu $53,80 - 0,27 - 0,18 = 53,35$; $\eta_a = 99\%$,

das Nettogefälle zu $53,35 - 0,20 = 53,15$; $\eta_i = 99\frac{1}{2}\%$.

§ 8. Das Nettogefälle der Turbinen. (Turbinengefälle.)

Das im vorigen Paragraphen ermittelte Gefälle von 51,3 m ist noch nicht das an den Turbinen nutzbare Arbeit leistende Gefälle. Zwischen Wasserschloß- und Unterwasserspiegel erfährt das Werkwasser auf seinem Wege durch die Kraftstation noch eine Menge von Verlusten, ehe es an der Turbinenwelle als sog. Nutzgefälle oder Turbinengefälle wirksam wird. Diese Verluste sind bei Niederdruck- und Hochdruckanlagen, und innerhalb

1) Vgl. Fig. 19.

dieser wieder bei Francis- und Freistrahlanlagen, verschieden und können bestehen aus:

1. Gefällverlust beim Durchtritt durch den Fein- oder Turbinenrechen;
2. Gefällverlust beim Durchtritt durch die Einlaufschützen oder Kammerschützen;
3. Druckgefälle zur Erzeugung der Geschwindigkeit in der Rohrleitung;
4. „Reibungs“- oder Fließverlust in der Rohrleitung;
5. Gefällverlust in den Krümmern der Rohrleitung;
6. Gefällverlust beim Passieren der Abschlußorgane (in der Rohrleitung) vor der Turbine;
7. Gefällverlust in der Turbine selbst;
8. „Reibungs“- oder Fließverlust in den Abflußkrümmern;
9. Gefällverlust durch das sog. Freihängen (der Freistrahlturbinen);
10. Druckgefälle zur Erzeugung der Geschwindigkeit in der Auslaufkammer.

Hiervon kommen, von abnormen Fällen abgesehen, im einzelnen vor:

Tab. 9.

I. bei Niederdruckanlagen mit		II. bei Hochdruckanlagen mit	
a) Turbinen im offenen Schacht	b) Turbinen im Gehäuse	a) Francisturbinen	b) Freistrahlturbinen
die Verluste			
1	1	1	1
2	2	2	2
	3	3	3
	4	4	4
	5	5	5
	6 (zuweilen)	6 (meist)	6
7	7	7	7
8	8	8	9
10	10	10	10

Der Verlust am Rechen 1 ist bei den gewöhnlichen Konstruktionen erfahrungsgemäß etwa

$$(15) \quad h_r = 0,01 \div 0,025 v^2,$$

unter v die Durchtrittsgeschwindigkeit am Rechen verstanden, der Verlust wird aber nahezu Null, wenn die einzelnen Rechenstäbe an ihrer flußaufwärtigen Seite zugespitzt sind. Über den Verlust 2, 3, 4 und 8 siehe die Beispiele der beiden vorhergehenden Paragraphen. Den Krümmerverlust 5 setzt man einfach zu

$$(16) \quad h_{\text{meter}} = \frac{\sum \text{Ablenkwinkel}}{1000} \text{ 1).}$$

Der Verlust im Absperrorgan 6, welches entweder durch einen Schieber oder, in einfacheren Fällen, eine Drosselklappe gebildet wird, berechnet sich zu

$$(17) \quad h = \text{const.} \frac{v_a^2 - v^2}{2g},$$

wobei v eine Konstante zwischen 0,7 und 0,9, v die Fließgeschwindigkeit im Rohr und v_a die Durchtrittsgeschwindigkeit im Abschlußorgan bedeutet, die

bei Drosselklappen bis zu 3 m,

bei Schiebern bis zu 7 m

betragen darf. Bei Drosselklappen darf hierbei nur der wahre Wasserquerschnitt in Rechnung gesetzt werden.

Der Verlust 7 ist der eigentliche Gefällverlust in der Turbine. Woraus er sich zusammensetzt, ist in S. G. Wasserturbinen I, S. 58f. entwickelt. Dieser Verlust ist, als Gütegrad in Prozenten, auf dem mehrfach genannten Turbinenrechenschieber für alle in praxi möglichen Fälle verzeichnet. Beispiele folgen im § 19.

Der Verlust 9, das „Freihängen“, bedeutet bei Frei-

1) Eine genauere Formel siehe Holls „Anleitung“, S. 37.

strahltriebwerke die Entfernung von der Düse bis zum Unterwasser, weil man bei solchen Anlagen in der Regel kein Saugrohr anzuwenden pflegt. Für Projektierungen, wenn die Höhenlage der Düse noch nicht bekannt, setzt man genügend genau

Freihängen = Höhendifferenz Maschinenflur bis Unterwasser.

Der Verlust 10 ist bei den Francisanlagen in 7 mit enthalten, bei den Freistrahlanlagen ist er unwesentlich. Daher kann dieser Verlust von der wasserbaulichen Projektierung unberücksichtigt gelassen werden.

III. Kapitel.

Die Bauwürdigkeit.

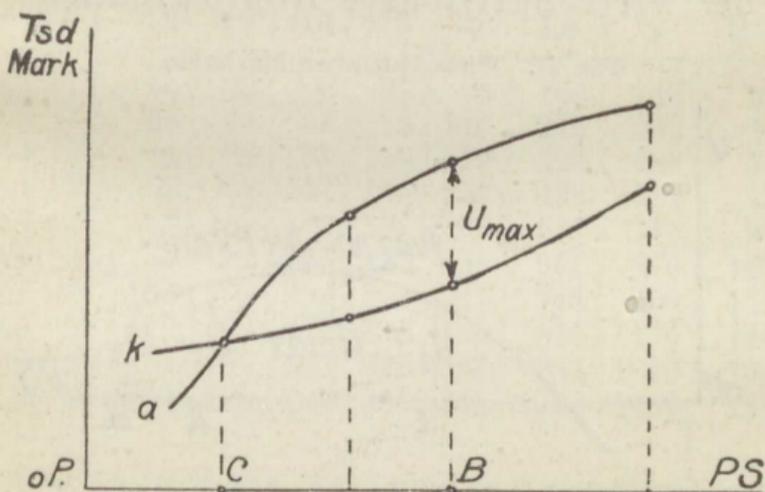
Zu den wichtigsten Aufgaben, welche beim Entwerfen von Wasserkraftanlagen zu lösen sind, gehört die Bestimmung der Bauwürdigkeit. § 9 stellt den allgemeinen Grundsatz auf, § 10 giebt ein Beispiel einer Rentabilitäts- oder Ertragsberechnung. Will man die Rentabilität einer Anlage nachrechnen, so muß man deren Betriebskosten kennen; hierüber handelt § 11.

§ 9. Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

1. Wie viele PS einer vorhandenen Kraftstufe soll man ausbauen? Nicht diejenige Anlage ist die wirtschaftlich günstigste, deren Ausbau das Kostenminimum erfordert. Die Ökonomik verlangt, daß die auf dem langen Wege der Überführung der rohen Wasserkraft in

das Endprodukt des elektrischen Stromes entstehenden Verluste in ihrer Summe, und auch womöglich je einzeln, im richtigen Verhältnis stehen sollen zum gesamten Anlagekapital. Was alles zum Anlagekapital gehört, darüber vergleiche § 11. Stellt die Linie a in Fig. 20 den in Mark angegebenen Kapitalswert der an einer Wasserkraftanlage gewinnbaren Pferdekkräfte, oder deren „Nutzwert“, dar — dieser Wert einer Pferdestärke hängt von allen möglichen Faktoren, wie der Lage der Wasserkraft zum Verkehr, der Konjunktur des Fabrikationsproduktes usw., ab und wird häufig durch Vergleich mit den Kosten einer Wärmekraftanlage gefunden — und die Linie k die gesamten Anlagekosten der Wasserkraftanlage, d. h. deren „Ausbauwert“, so ist die Lösung B die wirtschaftlichste, bei welcher der Überwert U sein Maximum erreicht, und die Lösung C bezeichnet die Grenze, bei welcher der Wert der ausgenutzten Energie gleich dem Anlagewert ist. Rechnerisch ausgedrückt: Erfordert der Ausbau von A Pferdestärken ein gesamtes Betriebskapital von K Mark, dürfte ferner diese Energie,

Fig. 20. Ausbauwert und Nutzwert.



um noch rationell verwertet werden zu können, z. B. a Mark pro Jahrespferdestärke kosten, und ist zu den gesamten jährlichen Ausgaben z Prozent des investierten Kapitals zu rechnen, so daß der Wert einer PS

$$(18) \quad p = a \frac{100}{z} \text{ Mark}$$

beträgt, so muß bei Betrachtung verschiedener möglicher Lösungen der Überwert U der nutzbaren PS über das Anlagekapital K in der Gleichung

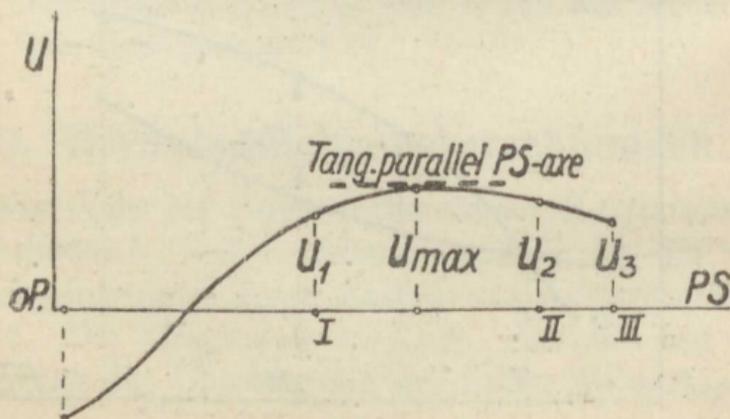
$$(19) \quad U = p (\text{PS}) - K$$

zu einem Maximum werden, wenn der Ausbau dieser Wasserkraft die wirtschaftlich günstigste Lösung darstellen soll.

Praktisch führt man diese Rechnung für ganze Anlagen so durch, daß man, für drei beliebige Annahmen I, II und III, U berechnet, in einem Koordinatensystem die U und PS aufträgt, und dann graphisch das Maximum bestimmt (siehe Fig. 21). Wenn man den Nullpunkt mitbenützen will, genügen auch schon zwei Annahmen.

Wie analog dem Vorstehenden z. B. bei einer Rohrbahn der wirtschaftlichste Rohrdurchmesser in

Fig. 21. Wirtschaftliches Maximum.



einfacher Weise gefunden wird, ist bereits im § 6, S. 57 gezeigt.

Bei allen solchen Wirtschaftlichkeitsberechnungen ist erwünscht, den Kostenwert einer Jahrespferdekraft an der Turbinenwelle der Kraftstation zu kennen. Dieser Wert schwankt bei normalen Verhältnissen gegenwärtig etwa zwischen 0,1 und $2\frac{1}{2}$ Pfennig pro PS-Stunde; der jeweilige Handelswert kann natürlich beliebige, höhere Werte erreichen. Wird der Wert der Stationspferdestunde mit a bezeichnet, der Belastungsfaktor¹⁾ mit f und erfordern die gesamten Betriebskosten jährlich z % des Anlagekapitals, so hat eine Jahrespferdestärke an der Turbinenwelle den Wert

$$(20) \quad P = \frac{a}{z} \cdot 8760 \cdot f.$$

Für Projektrechnungen bedient man sich mit Nutzen der folgenden Tabellen.

Tab. 10. Wert P bei $z = 12\%$.

	$a = 0,1$	0,2	0,3	0,4	0,5	1	1,5	2	2,5 Pf.
$f = 0,1$	7	15	22	29	37	73	109	146	182
0,2	15	29	44	58	73	146	219	292	365
0,3	22	44	66	88	110	219	328	438	547
0,4	29	58	88	117	146	292	438	584	730
0,5	37	73	110	146	182	365	547	730	912
0,6	44	88	131	175	219	438	657	875	1090
0,7	51	102	153	204	255	511	766	1020	1280
0,8	58	117	175	234	292	584	875	1170	1460
0,9	66	131	197	263	328	657	985	1310	1640
1,0	73	146	219	292	365	730	1092	1460	1820 M.

¹⁾ Siehe WA III, 2. Kap. f und z sind als Dezimalbrüche einzusetzen.

Tab. 11. Wert P bei $\alpha = 0,5$ Pf./PS-Stunde an der Turbinenwelle.

	$f = 0,1$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$z = 14$	31	63	94	125	156	188	219	250	281	313
13	34	67	102	135	168	202	236	269	303	336
12	37	73	110	146	182	219	255	292	328	365
11	40	80	119	159	199	239	279	318	358	398
10	44	88	131	175	219	263	307	350	394	438
9	49	97	146	194	243	292	340	390	438	486
8	55	109	164	219	274	328	383	438	492	547
7 $\%$	63	125	188	250	313	375	438	500	563	625 M.

Tab. 12. Wert P für den Belastungsfaktor 0,60.

	$\alpha = 0,1$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,5	2	2,5 Pf.
$= 14$	38	75	113	150	188	225	263	300	338	376	563	750	940
13	40	81	121	162	202	242	283	324	364	404	606	810	1020
12	44	88	131	175	219	262	306	350	394	438	657	875	1090
11	48	95	143	191	239	286	334	382	430	477	716	955	1190
10	53	105	158	210	263	315	368	420	473	525	788	1050	1310
9	58	117	175	233	292	350	408	467	526	584	875	1170	1460
8	66	131	197	263	328	394	460	526	591	657	985	1310	1640
7 $\%$	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750	1120	1500	1875 M.

Einige allgemeine Regeln über die Kosten von Wasserkraftanlagen:

Die Kosten einer Wasserkraftanlage nehmen pro PS-Einheit mit der Größe der PS-Anzahl ab. — Die Kosten einer WA nehmen mit wachsendem Gefälle ab. — Die Baukosten nehmen mit der Länge der Wasserfernleitung zu. — Die Baukosten werden um so höher, je größere Tagesschwankungen der Verbrauch zeigt und je inkonstanter der jährliche Wasserzufluß erfolgt. — Die Anzahl der konstruktiv und wirtschaftlich notwendigen Aggregate nimmt im geraden Verhältnis mit Q und umgekehrten mit H ab. — Bei gleichem H und n steigt der Turbinenwirkungsgrad mit der Unterteilung der Aggregate. — Für denselben Wirkungsgrad ergeben kleinere Aggregate höhere Tourenzahlen. — Größere Aggregate erfordern für ein und dieselbe Wasserkraft

geringere Kosten pro PS als kleinere, und zwar bei den wasserbaulichen Kosten wie bei den Maschinenkosten.

2. Bei der Bemessung von Kanalgerinnen interessiert häufig dasjenige Profil, bei welchem für einen gegebenen Querschnitt F und ein gegebenes J_r das Maximum der Geschwindigkeit eintritt oder, was dasselbe ist, für ein gegebenes v das Minimum an Gefälle verbraucht wird. Wie man diesen „relativ günstigsten Querschnitt“ findet, ist in S. G., Hydraulik, S. 105 ff. angegeben.

Für die Entwurfsberechnung von Wasserkraftanlagen kann folgende Tabelle von Vorteil sein.

Beim geschlossenen Kreisprofil tritt das maximale v ein, wenn der Füllungswinkel (s. Fig. 16 in § 6) $\varphi = 257\frac{1}{2}^\circ$ beträgt; das Maximum der Wassermenge läuft durch das Profil bei einem Füllungswinkel von 308° .

Tab. 13. Relativ günstigste Querprofile.

Böschungs- neigung	Wassertiefe h	Sohlenbreite s	Spiegel- breite	Hydr. Radius R
90°	$0,707 \sqrt{F}$	$1,414 \sqrt{F}$	$1,414 \sqrt{F}$	$0,354 \sqrt{F}$
60°	$0,760 \sqrt{F}$	$0,877 \sqrt{F}$	$1,755 \sqrt{F}$	$0,380 \sqrt{F}$
45°	$0,740 \sqrt{F}$	$0,613 \sqrt{F}$	$2,092 \sqrt{F}$	$0,370 \sqrt{F}$
$33^\circ 41'$	$0,689 \sqrt{F}$	$0,419 \sqrt{F}$	$2,487 \sqrt{F}$	$0,345 \sqrt{F}$
30°	$0,664 \sqrt{F}$	$0,356 \sqrt{F}$	$2,656 \sqrt{F}$	$0,332 \sqrt{F}$
$26^\circ 34'$	$0,636 \sqrt{F}$	$0,300 \sqrt{F}$	$2,844 \sqrt{F}$	$0,318 \sqrt{F}$
Halbkreis	$0,798 \sqrt{F}$	—	$1,596 \sqrt{F}$	$0,399 \sqrt{F}$

Bei Kreisprofilen benütze man folgende Tabelle für die Projektierung.

Tab. 14. Kreisprofile verschiedener Füllung.

	Halbkreis	$\varphi = 257\frac{1}{2}^{\circ}$ (max v)	$\varphi = 308^{\circ}$ (max Q)	Gefülltes Kreisprofil
F	0,393 D^2	0,684 D^2	0,771 D^2	0,786 D^2
p	1,571 D	2,247 D	2,689 D	3,142 D
R	0,250 D	0,305 D	0,287 D	0,250 D
v	$0,500 \cdot k \sqrt{DJ}$	$0,552 \cdot k \sqrt{DJ}$	$0,536 \cdot k \sqrt{DJ}$	$0,500 \cdot k \sqrt{DJ}$
Q	$0,197 k \sqrt{D^5J}$	$0,378 k \sqrt{D^5J}$	$0,413 k \sqrt{D^5J}$	$0,393 k \sqrt{D^5J}$

Daß man im praktischen Fall nicht immer dieses relativ günstigste Profil verwenden kann, weil Rücksichten auf die Bauausführung, den geologischen Untergrund, Eis- und Algengefahr usw. mitsprechen, ist schon an dem Beispiel des § 6 gezeigt worden.

Aus diesem Grunde wählt man statt des allgemein üblichen, aber irreführenden Namens „günstigster“ Kanalquerschnitt besser die Bezeichnung „relativ günstigster“ Querschnitt.

§ 10. Ertragsberechnungen.

Wie bei Wasserkraftanlagen eine Ertrags- oder Rentabilitätsberechnung durchgeführt werden kann, ist aus folgendem, etwas vereinfachten Beispiel ersichtlich. In Wirklichkeit ist zwar eingehender zu rechnen, aber das Prinzip ist das gleiche. In jedem Einzelfall sind stets die vorliegenden besonderen Verhältnisse zu berücksichtigen; ein Hauptaugenmerk ist auf die Beschaffung guter Unterlagen über den Wasserhaushalt und den zu erwartenden Konsum zu richten.

Beispiel. Einem Bankkonsortium wird von einem Unternehmer eine auf 70 Jahre zu konzederende Wasserkraft angeboten mit den Konstituenten $Q 355^1) = 30,$

¹⁾ Bei industriellen Fabrikbetrieben, die kontinuierliche Kraft verbrauchen, wird zuweilen $Q 355$ an Stelle von $Q 365$ angegeben und $355 \times 24 = 8520$ Betriebsstunden maximal pro Jahr angenommen, weil ein Verlust von 10 Betriebstagen im Jahr (für die großen Feiertage und die Bachauskehr) unvermeidbar ist. (Vergl. Köhn, Wasserkraftanlagen.)

$H_{\text{roh}} = 20$, und, da das Rinngefälle der Kanäle durch Wehraufstau kompensiert werden kann, von etwa 6000 Turbinen-PS. Es sind Angebote einer Anzahl Industrieller in einer 100 km entfernten Stadt vorhanden, den Strom zum Preis von $2\frac{1}{2}$ Pfennig pro KW-Stunde abzunehmen, wobei ein Ausnutzungsfaktor von 70% garantiert und von 80% zu erwarten ist.

Es wurde folgende Rentabilitätsberechnung aufgestellt.

I. Die nutzbare Energie.

$$\text{Rohkraft} \dots \dots \dots 30 \times 20 \times \frac{1000}{75} = 8000 \text{ PS}$$

Bruttokraft, geschätzt nach der Formel

$$\text{PS} = 10 \text{ QH} \dots \dots \dots 6000 \text{ PS}$$

Wirkungsgrad bei

den Turbinen (250 Touren) 80%

Dynamos 91%

1. Transformierung 95%

2. Transformierung 95%

Fernleitung und Verteilung 72%

also insgesamt am Ende der Fernleitung 47,3%,

so daß daselbst noch zur Verfügung stehen:

$$47,3 \cdot 8000 = \text{rund } 3780 \text{ PS oder } 2780 \text{ KW.}$$

Der Ausnutzungsfaktor 1,00 entspricht einem 355 tägigen Jahresbetrieb, oder pro 1 KW ergeben sich für den

Ausnutzungsfaktor 1,00	jährlich	8520 KW-Stunden,	
0,90		7668	„
0,75		6390	„
0,50		4260	„

II. Die Betriebskosten.

a) Verzinsung des Anlagekapitals.

Lt. spezieller Kostenberechnung¹⁾ sind erforderlich für

1. Wasserbau	1 600 000 M.
2. Hochbauten	80 000 „
3. Maschinelles Teil einschl. Schützen, Regler, Schaltanlage, Kabel, Stations- beleuchtung	430 000 „
4. Freileitung einschl. Transformierung, Verteilung, Gebäude	540 000 „
5. Generelles Projekt, Grundstücke, Rechte- ablösung, Bankunkosten, Bauleitung	950 000 „
	<u>Sa. 3 600 000 M.</u>

[Es kostet also die Roh-PS an Anlagekapital . .	450 M.
die Brutto-PS (Br. hier im Sinn von 10 QH) .	600 „
die transportierte Netto-PS	952 „
die transportierte Netto-KW	1295 „

4% des Anlagekapitals =
144 000 M. ergeben somit
pro Netto-KW und Jahr 51,80 M.

b) Tilgung des Anlagekapitals (vgl. S. 74f.).

Einer Tilgungsdauer von 70
Jahren entspricht bei 4 Proz.
Verzinsung ein Tilgungssatz
von 0,2745%. 0,2745% von
3 600 000 = 9880 M. oder
pro Netto-KW und Jahr . 3,50 M.

c) Erneuerungsrücklagen.

1. Maschinelles Teil 5% von 430 000	21 500 M.
2. Freileitung 3,5% von 540 000	18 900 „

Sa. 40 400 M.

oder pro Netto-KW und Jahr rund 14,50 M.

¹⁾ Diese spezielle Kostenberechnung ist, weil nicht zur Sache unmittelbar gehörend, in diesem Beispiel weggelassen.

d) Abgaben.

1. Rekognitionsgebühr an den Staat 2 M. pro Brutto-PS	12 000 M.
2. Steuern und Versicherungen lt. spezieller Aufstellung ¹⁾	14 000 „
3. Entschädigungen an Kondo- minanten am Wasserrecht; 440 PS abzugeben, Jahres- wert einer PS zu 100 M. angenommen, 440×100	44 000 „
Sa.	<u>70 000 M.</u>

oder pro Netto-KW und Jahr 25,20 M.

e) Betriebskosten.

1. Unterhaltung:

Wasserbau 0,5%	8 000 M.
Hochbau 1,5%	12 000 „
Maschineller Teil 3%	16 200 „
Fernleitung usw. 2%	11 000 „

2. Bedienung:

1 Werkmeister	} 17 000 M.
1 Schaltmeister	
2 Ersetzende	
2 Putzer	
1 Rechenwärter	
1 Wehrwärter	
1 Kanalaufseher	

3. Schmier- und Putzmaterial

2 M. pro Brutto-PS u. Jahr	12 000 M.
Sa.	<u>65 400 M.</u>

oder pro Netto-KW und Jahr 23,50 M.

¹⁾ Vgl. die Anmerkung auf S. 70 unten.

f) Risikorücklage.

2 M. pro Rohpferd und Jahr	16 000 M.
oder pro Netto-KW und Jahr .	5,80 M.
	Sa. <u>124,30 M</u>

in Worten: Die gesamten Betriebskosten betragen pro Netto-KW und Jahr **124,30 M.**

Dieser Betrag ist durch die jährlichen Betriebsstunden zu dividieren, um die Selbstkosten einer KW-Stunde zu erhalten.

III. Die Rentabilität.

Je nach dem Vorhandensein eines Ausnutzungsfaktors von 80 oder 70% ergibt sich ein Reingewinn wie nachstehend aufgeführt. Der Vollständigkeit halber ist auch der Ausnutzungsfaktor 0,50 mitaufgeführt.

Ausnutzungsfaktor	Jährl. Betriebsstunden pro KW zu 124,30 M. ¹⁾	Selbstkosten der KW-Stunde in Pfennig	Reingewinn gegenüber dem Verkaufspreis von 2,5 Pfg. pro KW-Stunde
0,80	7668	1,77	+ 29,2%
0,70	6390	2,03	+ 18,8%
[0,50	4260	2,92	— 16,8% ¹⁾

Die Wasserkraft kann somit zur Ausnutzung empfohlen werden, wenn die Angebote von den Industriellen bindend abgegeben werden.

Man pflegt zuweilen die gesamten Betriebskosten in

¹⁾ Der Einfachheit halber und, um ungünstig zu rechnen, konstant angenommen. In Wirklichkeit schwanken die Betriebskosten etwas mit der Anzahl der Betriebsstunden.

Prozenten des Anlagekapitals anzugeben. Im vorigen Beispiel betragen sie

$$\frac{124,30}{1295} 100 = 9,6\%$$

was ungefähr süddeutschen Verhältnissen entsprechen dürfte; bei englischen Anlagen werden hierfür etwa 12% angenommen. Zum Vergleich der Kosten einer Wasserkraft zieht man gerne die Anlagekosten von elektrischen Dampfzentralen bei, siehe die folgende Tab. 15.

Über Betriebskosten von Wärmekraftanlagen vgl. die ausführlichen Angaben in Köhn, S. 295—323 (1907), sowie die Kostentabellen und graphischen Darstellungen in Barth III, S. 37—96 (S. G.).

Tab. 15. Anlagekosten von elektrischen Dampfzentralen¹⁾.

Normale Gesamtleistung der Zentrale in KW	Kessel mit Einmauerung und Zubehör, Rohrstrang, Maschinen, Umformer, Apparate	Kosten von 1, dazu Grundstücke, Gebäude, Schornstein, Fundamente, Beleuchtung, Krane, Heizung, Werkzeug, Transportvorrichtungen, Straßen, Zäune usw.	1 und 2, dazu Akkumulatoren, Transformatoren, Leitungsnetz, Hausanschlüsse, Zähler
1	2	3	4
über 5000	410 M.	770 M.	1380 M.
2000—5000	410 „	693 „	1460 „
1000—2000	390 „	691 „	1360 „
500—1000	450 „	869 „	1460 „
250—500	430 „	827 „	1570 „
100—250	520 „	987 „	1770 „
über 100	662 „	1300 „	2440 „

¹⁾ Fritz Hoppe, E. T. Z. 1905, S. 673. Die Kosten sind aus der Statistik der Vereinigung deutscher Elektrizitätswerke pro 1903 ermittelt.

§ 11. Ermittlung der Betriebskosten.

Zu den Unterlagen für die Ertragsberechnung gehören in erster Linie die Betriebskosten. Die Baukosten sind im Zusammenhang mit dem Kapitel Bauherstellung in WA III behandelt.

A.

Die Kosten für den Betrieb einer Wasserkraftanlage normaler Größe begreifen in sich:

1. Die jährliche **Verzinsung** des Anlagekapitals. Zum Anlagekapital selbst gehören:

a) die Baukosten [Wasserentnahme¹), Wasserspeicherung, Wasserfernleitung²), wasserbaulicher Teil der Kraftstation, Wasserrückgabe];

b) die Maschinenkosten (Turbinen und Dynamos usw. einschl. Gebäude, dazu allenfalls die Wärmereserve mit den notwendigen Gebäuden und Anlagen);

c) Grunderwerb, Rechteablösung und einmalige Entschädigungen;

d) Kosten der elektrischen Fernleitung;

e) Kosten für Stromverteilung am Verbrauchsort;

f) Kosten der Bauleitung;

g) Kosten der Kapitalsbeschaffung.

Die Höhe dieser Verzinsung unter 1. richtet sich nach dem ortsüblichen Zinsfuß und der Art der Finanzierung.

2. Die **Tilgung** (Amortisation) des Anlagekapitals. Die Tilgungsquote richtet sich nach der Konzessionszeit oder, bei unbeschränkter Konzession, nach der voraus-

¹) Einschl. Uferschutzbauten, ferner Schützen und Rechen.

²) Einschl. der „besonderen Bauten“, Brücken usw., Straßen, Wege, Wasserschloß, sowie der Druckleitung.

sichtlichen Lebensdauer der Gesamtanlage; nach Umfluß dieser Zeit soll das Anlagekapital wieder in seiner vollen Höhe zur Verfügung stehen.

Beispiel. Wie hoch ist der Tilgungssatz zu bemessen bei 50jähriger bzw. 90jähriger Amortisation und einem bürgerlichen Zinsfuß von $3\frac{1}{2}\%$? (Rechenschieber.)

Nach der Rentenrechnung (siehe Schubert, S. 152 [S. G.]) sind r Mark, am Schluß jedes Jahres gezahlt, nach n Jahren zusammen $r \frac{q^n - 1}{q - 1}$ Mark, wo q den „Vermehrungsfaktor“, in unserem Falle also $1 + \frac{3\frac{1}{2}}{100} = 1,035$ bedeutet.

$n = 50$ Jahre.

$$q = 1,035.$$

$$\log q = 0,015$$

$$n \log q = 50 \times 0,015 = 0,75$$

$$q^n = 5,7; \quad \frac{q^n - 1}{q - 1} = 135.$$

Pro 1 Million Kapital ergibt sich

$$1\,000\,000 = 135 r; \quad r = 7500,$$

also Tilgungssatz

$$\frac{7500}{1\,000\,000} = 0,75 \%$$

$n = 90$ Jahre.

$$q = 1,035.$$

$$\log q = 0,015$$

$$n \log q = 90 \times 0,015 = 1,35$$

$$q^n = 22,4; \quad \frac{q^n - 1}{q - 1} = 610$$

$$r = \frac{1\,000\,000}{610} = 1640.$$

also Tilgungssatz

$$\frac{1640}{1\,000\,000} = 0,16 \%$$

3. Die **Erneuerungsrücklagen** für solche Teile der Anlage, welche im Laufe der (Konzessions- usw.) Zeit erneuert werden müssen, wie Schützen, Rechen, Holz- oder Eisenbrücken, Turbinen, Dynamos, Apparate, Kabel, Freileitungen, Hochbauten usw. Die Höhe der jährlichen Erneuerungsquote richtet sich nach der mutmaßlichen Lebensdauer dieser Teile, welche z. B. bei den Maschinen, je nach der jährlichen Betriebsdauer, 15 bis 30, bei

Eisenteilen, mit Anstrich unter Wasser, 30 bis 50 Jahre beträgt. Die Berechnung der Quote erfolgt wie bei 2.

Tab. 16.

Verflossene Zeit der Bestand- dauer 0% ...	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100 %
Ungefähre Ent- wertung.....	1,5	6	13 $\frac{1}{2}$	24	37	53 $\frac{1}{2}$	73	95	97 $\frac{1}{2}$	100 %

Bauwerke wie Maschinen verursachen in der ersten Zeit ihres Bestehens nicht viel Reparaturkosten, entwerthen also nicht so rasch; die Entwertung nimmt aber mit dem Alter zu. In dieser Erwägung kann man die Entwertungszunahme gemäß der vorstehenden Tab. 16 schätzen¹⁾.

4. Die **jährlichen Abgaben** (Steuern, Gebühren, Entschädigungen für Stau oder Wasserentzug).

Wo der Staat die Oberhoheit über die Wasserkräfte ausübt, erhebt er gewöhnlich pro mittlere Jahrespferdekraft einen Satz von 1—3 M.²⁾. Die mit der Trockenheit des Jahres wechselnde Anzahl der gemittelten Jahres-PS wird durch die hydrotechnische Behörde des Landes erhoben.

Zu den Gebühren gehören auch die Versicherungsprämien für die Hochbauten, Maschinen und Apparate, für die Fernleitung und das Verteilungsnetz.

5. Die jährliche **Risikorücklage**.

Diese Rücklage wird nicht immer gemacht, empfiehlt sich aber bei geschiebeführenden Flüssen, bei Hochwasser-

¹⁾ Nach Röttinger, Wertbestimmungen von WA, Wien 1908, S. 520.

²⁾ Sog. Anerkennungs- oder Rekognitionsgebühr.

gefähr, bei langen Fernleitungen, bei Gegenden mit klimatischer Besonderheit usw. Je nach den besonderen Umständen beträgt sie 5 bis 25 und mehr Prozent der gesamten Betriebskosten.

6. Die eigentlichen **Betriebskosten**.

Diese Kosten umfassen die Bedienung und Unterhaltung, die Putz- und Schmiermittel, sowie die Gehälter und Löhne des Betriebspersonals.

a) Die hauptsächlichsten Arbeiten für Bedienung und Unterhaltung einer Wasserkraftanlage sind:

Ständige Bedienung.

Ablesen der Wasserstandszeiger und Registrierpegel.

Bedienung der Schützen.

Hochwassernachrichtendienst.

Normale Rechenreinigung.

Normale Spülung, besonders vor dem Kanaleinlauf¹⁾.

Wartung der Turbinen usw.

Wartung der Dynamos, Leitungen, Schaltungen.

Bei Wärmeanlagen: Zufuhr und Aufbewahrung der Brennstoffe, Schlackenabfuhr, Kesselreinigen, Auswechseln von Armaturen usw.

Bedienung der Bogenlampen.

Bedienung der Akkumulatorenbatterie.

Periodische Instandsetzungsarbeiten.

Auswechseln einzelner Turbinenteile.

Außerordentliche Rechenreinigung.

Außerordentliche Reinigung der Gerinne (Bachauskehr, Sperrenauskehr).

Auswechseln von Bürsten, Sicherungen usw.

Reparaturen an Schützen.

Hochwasserschutzarbeiten.

Eis- und Schneeschutzarbeiten²⁾.

Unterhaltung der Ufer an Geschiebefläßen.

Bei Wärmeanlagen: Druckproben, Kesselrevisionen, kleinere Reparaturen.

¹⁾ Bei Anlagen mit ganz oder teilweise fehlendem Wehr (z. B. La Brillane-Villeneuve an der geschiebereichen Durance) kann die Freihaltung des Kanalgerinnes erhebliche Kosten machen; vgl. Zeitschr. f. Arch.-u. Ing.-Wesen 1911, S. 149ff.

²⁾ Vgl. hierzu die eingehende Darstellung v. Winklers über die Anlage Klagenfurt in „Elektrotechnik und Maschinenbau“ 1910, S. 763.

Ständige Bedienung.

Tägliches Abgehen der Kanalgerinne durch den Kanalaufseher.

Tägliches Abgehen der Freileitung.

Bei Verteilanlagen: Nachsehen der Zähler und Hausanschlüsse.

Periodische Instandsetzungsarbeiten.

Reparaturen an der Lichtanlage.

Auswechseln von Holzteilen an Bedienungspodien, hölzernen Brücken, Leerschüssen, Schützensgerinnen.

Unterhaltung der Gebäude.

Anstreichen von Eisenteilen an Geländern, Schützen u. dgl.

Reparaturen an den Freileitungen.

Reparaturen am Verteilungsnetz.

Danach lassen sich die Unterhaltungskosten ungefähr abschätzen.

b) Für Personal wird bei einer Anlage, wie in § 6 dargestellt ist (16 000 PS), etwa nötig: 1 Werkmeister (Dienstwohnung) 2800, 1 Schaltmeister (Dienstwohnung) 2200, zwei Ersetzende zum Schichtwechsel mit Vorgenannten 4000, zwei Putzer 3000, ein Rechenreiniger (Wasserschloßwärter) 1500, 1 Wehrwärter (zugleich für HW-Nachrichtendienst) 1700, 1 Kanalaufseher 1800, Summa 17 000 M. oder etwa 1 M. pro Brutto-PS und Jahr, welcher Wert bei kleineren Anlagen steigt.

c) Die Kosten für Schmier- und Putzmaterial können für vorläufige Schätzungen gleich den Personalkosten angenommen werden; genauere Angaben erhält man von den Spezialfirmen.

B.

Bei ganz kleinen Wasserkraftwerken, den sogenannten „unbedienten Anlagen“¹⁾, entfallen die Personalkosten vollständig. Im übrigen wie unter A.

¹⁾ Vgl. Zeitschr. f. Turbinenwesen 1911, Heft 10.

IV. Kapitel.

Ausgestaltung der Einzelheiten.

(Ausgewählte Beispiele.)

In diesem Kapitel sind einige wichtige Besonderheiten in der Einzelausgestaltung von Wasserkraftanlagen aufgeführt, bei denen einfache rechnerische Behandlung angezeigt ist. In Anbetracht des Umstands, daß mit diesen Dingen in erster Linie der Konstrukteur und Praktiker zu tun hat, ist die Darstellung fast durchweg in der Form des Aufgabenbeispiels gehalten.

Die Ausgestaltung der einzelnen Teile einer Wasserkraftanlage erfolgt im übrigen nach den allgemeinen Regeln der Baukunst. Die Berechnung von Kanalmauern und Sperrkörpern, von Brücken, Aquädukten usw. findet man zum Teil in anderen Bändchen der Sammlung, teils in der Spezialliteratur ausführlich dargestellt.

§ 12. Regelung der Wassermenge durch Überläufe.

Das Jahr 1910 mit seinen Hochwässern hat manches Mal gezeigt, wie unzulänglich zuweilen die Überfälle der Streichwehre dimensioniert zu werden pflegen, die zur selbsttätigen Regulierung des Wassers an Werkgerinnen dienen sollen.

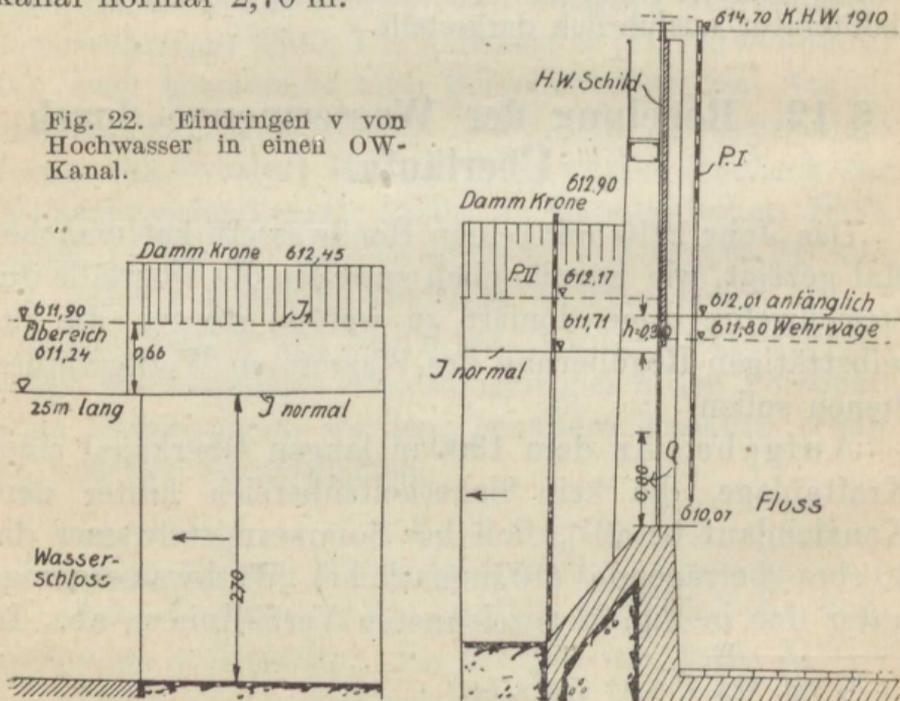
Aufgabe. An dem 1300 m langen Oberkanal einer Kraftanlage, die kein Sicherheitsbereich hinter dem Kanaleinlauf besaß¹⁾, floß bei Sommermittelwasser die 30 cbm betragende (10 monatliche) Werkwassermenge unter den in Fig. 22 gezeichneten Verhältnissen ab. In

¹⁾ Vgl. WA I, S. 17 und S. 54.

der Nacht vom 28. auf 29. August 1910, wo im Gebirge wärmerer Regen auf Neuschnee gefolgt war, trat sehr rasch der vorher nicht bekannte Höchstwasserstand von $\nabla 614,70$ am Wehr auf; außerdem schalteten im Werk nach $\frac{1}{2}$ 3 Uhr nachts infolge eines Gewitters sämtliche Dynamos aus. Es gelang dem Wehrwärter, der allstündlich die Pegelmarken 1 und 2 abzulesen hatte, und einem um $\frac{1}{4}$ nach 3 Uhr von der Station her eintreffenden zweiten Mann nicht, die Einlauffallen von Hand rasch genug zu schließen; um $\frac{1}{2}$ 4 Uhr, nachdem am Wasserschloß der Kanal bereits bordvoll lief, trat kurz hinter dem Kanaleinlauf ein Dambruch ein.

Die 6 Kanaleinlauffallen von 3,90 l. W. waren sämtlich 88 cm offen. Länge des Übereichs 25 m ($\mu = 0,75$). Kanalprofil vorwiegend in Erde mit $1\frac{1}{2}$ maligen Böschungen und 5,2 m Sohlenbreite. Wassertiefe im Oberkanal normal 2,70 m.

Fig. 22. Eindringen v von Hochwasser in einen OW-Kanal.



Wie lang hätte das Übereich bei der Station sein oder welche Höhenlage hätten die Dämme erhalten müssen, damit der Dambruch unter den obwaltenden Verhältnissen vermieden worden wäre?

Lösung. Das Übereich bei der Station war mit seinen 25 m Länge zu kurz dimensioniert, denn schon die Werkwassermenge Q 30 erforderte die hohe Toleranz von 66 cm:

$$\text{aus} \quad Q = \frac{2}{3} \mu \cdot 25 \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

$$\text{kommt mit} \quad \mu = 0,75 \quad Q = 30 \quad \text{und} \quad \sqrt{2g} = 4,43$$

$$\text{kommt} \quad h^{3/2} = \frac{30}{0,50 \cdot 25 \cdot 4,43} = 0,54,$$

$$\text{also} \quad h = 0,66 \text{ m.}$$

Für die doppelte Werkwassermenge wären etwa 60 cm äußerst zuzulassen gewesen. Der Dambruch trat ein, nachdem sich dieses h auf den Höhenunterschied zwischen Dammkrone und Übereichschwelle, also auf $612,40 - 611,24 = 1,16$ m erhöht hatte. Bei einer solchen Überfallwelle betrug die am Wehr in den Kanal eintretende Wassermenge ungefähr

$$Q = 30 \cdot \frac{1,^{3/2}16}{0,^{3/2}66} = \text{rund } 70 \text{ cbm.}$$

Um zu wissen, wie hoch dann das Innenwasser am Kanaleinlauf stand, ist das Rinngefälle J_r für $Q = 70$ zu ermitteln. Für Q 30 betragen:

$$J_r = \frac{611,71 - 611,24}{1300} = 0,36\text{‰},$$

$$F = (5,20 + 1\frac{1}{2} \cdot 2,70) 2,70 = 25 \text{ qm,}$$

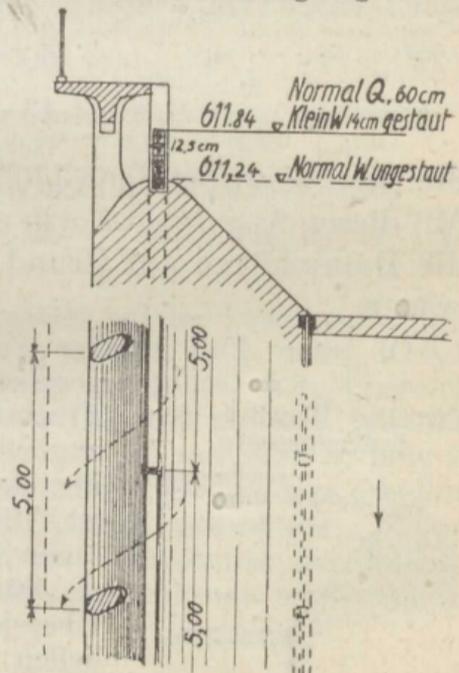
res, sog. Sicherheitsbereich hinter dem Kanaleinlauf. Eine vorsichtige Dimensionierung verlangt in Fällen wie dem vorliegenden eine solche Länge der Überfallkante, daß auch beim Überstürzen der doppelten Werkwassermenge noch immer etwa ein halber Meter Bordrand an den Kanaldämmen verbleibt. Diese Forderung wäre bei der Toleranz $611,24 + 0,60 = 611,84$ gegenüber der Höhenlage der Dämme auf 612,45 erfüllt gewesen.

Für die Höhenlage des Bereichs sind im vorliegenden Beispiel zwei Fälle zu unterscheiden. Da Q 30 die zehmonatliche Werkwassermenge ist, so herrscht also an 2 Monaten des Jahres Kleinwasser; legt man hierfür Q 15 zugrunde, so ergibt sich, wie gemäß § 6 berechnet werden kann, ein Kleinwasserstand oberhalb der Station von ∇ 611,70, welcher um 14 cm auf die behördlich erlaubte Höhe von 611,84 aufgestaut wird; auf dieser Höhe kann man nun das Wasserschloß halten

entweder durch ein mit Dammbalken oder Schützen regulierbares Übereich (Fig. 24)¹⁾, oder durch ein auf Kleinwasser erhöhtes festes Übereich (Fig. 25).

Im ersten Falle war

Fig. 24. Regulierbares Übereich mit Bedienungssteg.



¹⁾ Vgl. die Anm. am Schlusse von § 6, a.

für $Q = 2 \cdot 30$ eine Toleranz von 60 cm zuzulassen, was einer Länge des Übereichs entsprach von

$$l = \frac{2 \cdot 30}{\frac{2}{3} \cdot 0,75 \cdot 0,60 \sqrt{2g \cdot 0,60}} = 58 \text{ m}$$

oder 33 m Verlängerung des bestehenden Übereichs. Die Dammkronen konnten dann bleiben.

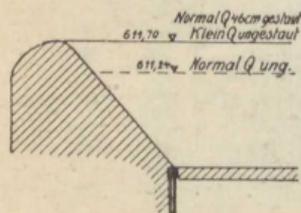
Im zweiten Falle, der die behördliche Genehmigung der veränderten Toleranz voraussetzt, mußten außer den 33 m Verlängerung des bestehenden Übereichs die Dämme erhöht werden, und zwar, bei einer Toleranz von 60 cm über 611,70, für Q 60 um $0,60 + 0,50$ (Bord) = 1,10, d. h. am Wasserschloß auf $\sqrt{611,70 + 1,10} = \sqrt{612,80}$ oder rund 0,35 m gegen vorher, hinter dem Einlauf aber um rund 0,45 m, da ja die größere Wassermenge Q 60, wie oben gezeigt, ein etwas größeres J_r verbraucht als Q 30. Bei einer Toleranz von 50 cm für Q 60 ergab sich

$$l = \frac{60}{0,50 \cdot 4,43 \cdot 0,^{3/2}50} = 76 \text{ m};$$

die Dämme waren dann bloß um rund 25 cm zu erhöhen. Mit diesen Angaben wäre in praxi die Übereichlänge gegen die Dammhöhen auf Grund des Kostenminimums abzuwägen.

Ob man Fall 1 oder Fall 2 anwenden will, ist, abgesehen von der Rentabilität, eine Frage der Vorsicht. Ein großer Vorzug von Fall 2 bleibt es immer, daß

Fig. 25. Übereich ohne Bedienungsteg.



hier keinerlei Bedienung notwendig ist, die in Katastrophenfällen versagen könnte.

Ann. 1. Beim Entwerfen von Übereichen können nachstehende Tabellen von Vorteil sein.

Tab. 17. Beziehung zwischen Q und Übereichlänge.

Toleranz	$t = 0,50^1)$				$t = 0,75$			$t = 1 \text{ m}$		
	5	10	20	30	40	50	75	100	150	200
Q										
Übereichlänge (wirksam) m	$6\frac{1}{2}$	13	$25\frac{1}{2}$	38	28	35	52	45	68	90

**Tab. 18. Beziehung zwischen Q und Toleranz;
Übereichlänge gegeben.**

Toleranz $t \text{ m}$	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$Q \%$	9	16	26	46	71	100	132	165	204	241	282

Tab. 19. Beziehung zwischen Toleranz und Übereichlänge; Q gegeben.

Toleranz $t \dots \text{ m}$	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50
$t^{3/2^1)$	0,0316	0,0581	0,0894	0,1643	0,2530	0,3535
Übereichlänge $\% \dots$	1118	608	395	215	140	100

Toleranz $t \dots \text{ m}$	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$t^{3/2^1)$	0,4647	0,5856	0,7156	0,8539	1,000
Übereichlänge $\% \dots$	76	60	49	41	35

Anleitung. Wenn ein Übereich bei der Toleranz $t = 0,50$ eine Wassermenge Q abführt, so werden z. B. bei $t = 0,30$ nur 46% über dasselbe Übereich abgeführt. Ein Übereich, welches die Menge Q mit 50 cm Toleranz abführt, brauchte bei Zulassung einer Toleranz von 80 cm nur halb so lang zu sein; dasselbe müßte dagegen die 2,15fache Länge erhalten, wenn die Toleranz nur 0,30 m betrüge.

Anm. 2. Wie hätten sich die Verhältnisse der Aufgabe umgestaltet, wenn, Eisefahr als ausgeschlossen vorausgesetzt,

¹⁾ $\mu = 0,75$.

statt des Übereichs Heberüberläufe eingebaut worden wären? (Die Kraftstation nütze ein Gefälle von mehr als 5 m aus.)

Lösung.

1. Dimensionierung des Heberüberlaufs.

Ein Heber wirkt bis zu 9 m Saughöhe. Nehmen wir 8,5 m an und 50% Wirkungsgrad des Hebers, was Gregotti¹⁾, Holl und andere als vorsichtig empfehlen, so ist die mittlere Fließgeschwindigkeit im Heber.

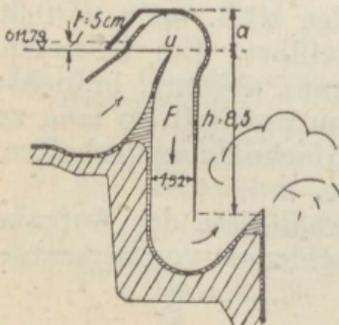
$$(21) \quad v = 0,50 \sqrt{2gh} = 0,5 \cdot 4,43 \cdot \sqrt{8,5} = 6,46 \text{ m/Sek.}$$

Bei 60 cbm ergibt dies $\frac{60}{6,46} = 9,29$ qm gesamten Heberquerschnitt und bei 2 Hebern eine Kantenlänge des quadratischen Querschnitts von $a = \frac{\sqrt{9,29}}{2} = 1,52$ m. Durch jedes Heberrohr gehen dann $\frac{60}{2} = 30$ cbm.

2. Bemessung der Dammhöhen im OW-Kanal.

Man legt die Überfallkante u des Heberüberlaufs (siehe Fig. 26) auf $\nabla 611,79$. Die Toleranz t beträgt bei den Hebern bekanntlich höchstens 5 cm. Die Kanaldämme brauchen somit am Wasserschloß mit ihrer Oberkante nicht höher zu liegen als $\nabla 611,79 + 0,05 + 0,50 = \nabla 612,34$ und am Kanaleinlauf, wie oben gefunden, auf $\nabla 612,90$, wie tatsächlich vorhanden (vgl. Fig. 22 auf S. 80). Man konnte sonach die

Fig. 26. Heberüberlauf nach Gregotti.



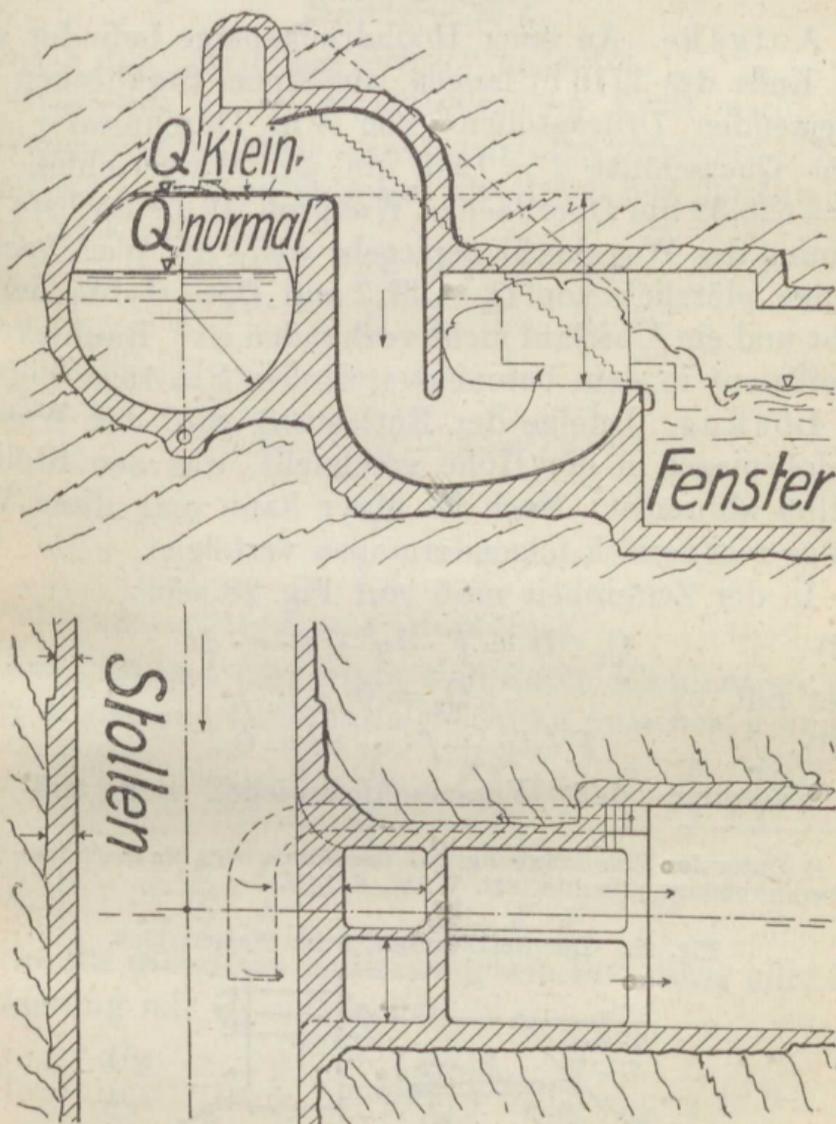
behördlich zugestandene Toleranz besser ausnützen und ständig, auch bei Normalwasser, mit Stau auf 611,79 fahren, ohne Übereichbedienung!

¹⁾ Gregotti gibt an, daß für eine Erhebung des oberen Heberscheitels über den Wasserspiegel von $a < 0,40 h$ der Koeffizient μ der Bazinschen Formel $Q = \mu F \sqrt{2gh}$ (vgl. Fig. 26) veränderlich sei zwischen den Werten 0,30 bis 0,50. Heyn, Stettin, gibt für überschlägliche Rechnungen $\mu = 0,55$.

3. Zusammenfassung.

Bei Anwendung von 2 Heberüberläufen an der Station von 1,52/1,52 Querschnitt wären nicht nur die Kosten des Überfalls ganz bedeutend niedriger und die Leistung des Kraftwerks höher gewesen, sondern es hätten auch die vor-

Fig. 27. Stollen nebst Fensterüberlauf für $Q = 30 \text{ cbm.}$
Maße 1 : 300.



handenen Dammhöhen ausgereicht und die Katastrophe wäre vermieden worden¹⁾.

In Fig. 27 ist ein Heber veröffentlicht, welcher auch in kälteren Gegenden bei im Berginnern führenden Stollen als sog. Fensterüberlauf möglich ist (vgl. das Rechnungsbeispiel in § 6).

§ 13. Der Gefälleausgleich im Wasserschloß.

Aufgabe. An einer Hochdruckanlage befindet sich am Ende des 1116 m langen, aus einem Staubecken abzweigenden Druckstollens von 4 m Durchmesser und vom Querschnitt $f = 12,57$ qm ein Wasserschloß mit $F = 628,32$ qm Oberfläche. Wie groß ist die höchste Erhebung des Wasserschloßspiegels, wenn die Werkwassermenge plötzlich von $Q_1 = 37,7$ auf $Q_2 = 0$ cbm herabgeht und ein Überlauf nicht vorhanden ist? Rauigkeitskoeffizient in dem betonierten Stollen $k = 75$.

Lösung. Infolge der Entlastung wird der Wasserschloßspiegel in die Höhe geschwemmt, was den Stollenzufluß abbremst. Nach M. Mayr kann man diese Vorgänge rechnerisch folgendermaßen verfolgen.

In der Zeiteinheit muß laut Fig. 28 sein:

$$(22) \quad Q_2 \cdot dt = F \cdot dy + f \cdot v \cdot dt$$

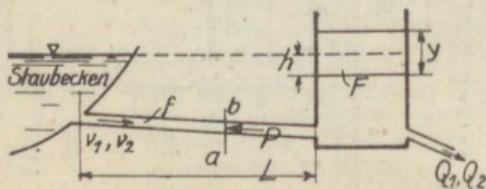
oder mit $Q_2 = 0$

$$(22') \quad F \cdot dy + f \cdot v \cdot dt = 0.$$

Nachdem der Wasserschloßspiegel sich um das

¹⁾ Unter der Einschränkung, daß das Klima oder die geschützte Lage Heberanwendung erlaubte (vgl. WA I, S. 88 ff.).

Fig. 28. Der Gefälleausgleich im Wasserschloß.



Maß y gehoben hat, herrscht in dem beliebigen Stollenquerschnitt $a b$ die Pressung:

$$p = \frac{P}{f} = (y - h) \cdot \gamma$$

oder mit

$$\gamma = 1 \text{ t/cbm}$$

(23)

$$P = (y - h) f,$$

wobei h den „Reibungsverlust“ bedeutet.

Diese mit y und h veränderliche Kraft wirkt der Stollengeschwindigkeit v entgegen, also verzögernd. Eine Kraft ist aber auch definiert als Masse mal Beschleunigung, also mit $\gamma = 1$

$$(24) \quad P = m \cdot \frac{dv}{dt} = \frac{f \cdot L}{g} \cdot \frac{dv}{dt},$$

worauf aus (23) und (24)

$$dv = \frac{g}{L} (y - \beta \cdot v^2) dt$$

mit

$$\beta = \frac{1}{2g} + \frac{L}{k^2 \cdot R},$$

[R = Profilradius].

Aus (22) und (24) ergibt sich durch Elimination von v die allgemeine Differentialgleichung zwischen y und t :

$$(25) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2 y}{dt^2} + 2\beta \cdot \frac{g}{L} \cdot \frac{Q_2}{f} + \frac{dy}{dt} - \beta \cdot \frac{g}{L} \cdot \frac{F}{f} \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 \\ + \frac{g}{L} \cdot \frac{f}{F} \cdot y - \beta \cdot \frac{g}{L} \cdot \frac{Q_2^2}{F \cdot f} = 0, \end{array} \right.$$

welche für plötzliche Entlastung wie Belastung gilt; bei Entlastung mit $Q_2 = 0$ ferner:

$$(25') \quad \frac{d^2 y}{dt^2} - \beta \cdot \frac{g}{L} \cdot \frac{F}{f} \cdot \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 + \frac{g}{L} \cdot \frac{f}{F} \cdot y = 0.$$

Man kann diese Gleichungen allgemein integrieren, wenn man in $\left(\frac{dy}{dt}\right)^2$ zunächst ein $\frac{dy}{dt}$ konstant setzt; man hat dann eine lineare Differentialgleichung zweiter Ordnung mit konstanten Koeffizienten vor sich.

Rascher gelangt man zum Ziel nach dem Näherungsverfahren der sogenannten Intervallrechnung. Man führt in die Gleichungen (22) bzw. (22') und (24) statt der Differentiale dt , dy und dv die endlichen Differenzen Δt , Δy und Δv ein und hat demnach in unserem speziellen Fall der plötzlichen Entlastung das Gleichungssystem:

$$(26) \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta y = -\frac{f}{F} \cdot v \cdot \Delta t, \\ \Delta v = \frac{g}{L} (y - \beta \cdot v^2) \Delta t \end{array} \right\}.$$

Hiermit kann man die Intervallrechnung beginnen, indem man $\Delta t = 10$ Sekunden nimmt; man erhält so die Kurven der y und der v sehr genau¹⁾.

Noch einfacher und rascher gelangt man mit folgender Näherungsweise, aber immer noch genügend genau, zum Ziel.

Man rechnet zunächst die Zeitdauer T , das ist die Schwingungsdauer des Wasserschloßspiegels bis zum ersten Maximum (bzw. bei Belastung Minimum) nach der Näherungsformel

$$(27) \quad T = \left(1 + \frac{0,005 F}{f}\right) \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{F \cdot L}{f \cdot g}} \text{ Sekunden.}$$

¹⁾ Vgl. die in dieser Weise für Belastung durchgerechneten Beispiele von K. Pressel in Nr. 5 der Schweiz. Bauzeitung vom 30. Januar 1909, Band 53, Seite 57 ff.

Diese Anzahl Sekunden teilt man, je nach der Größe von T , in etwa 10 Teile Δt und führt dann mit diesen wenigen Δt die Intervallrechnung durch. Der weitere Verlauf der Schwingungskurve interessiert praktisch nicht mehr.

In Zahlen.

$$\frac{F}{f} = 50 \cdot \frac{g}{L} = \frac{9,81}{1116} = 0,00879.$$

$$\beta = \frac{1}{2 \cdot 9,81} + \frac{1116}{75^2 \cdot 1} = \left\{ \begin{array}{l} 0,0510 \\ + 0,1984 \end{array} \right\} = 0,2494.$$

Für $v = 3$ m (Beharrung) $h = 0,2494 \cdot 3^2 = 2,2446$.

$$T = 1,25 \cdot \frac{3,14}{2} \sqrt{\frac{50 \cdot 1116}{9,81}} = 148''.$$

Es werde nun gewählt etwa $\Delta t = 8$, also

$$\Delta t = \frac{T}{8} = 18'',5.$$

Nun Gleichung (30) und (31):

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta y = -0,3700 v, \\ \Delta v = 0,1626 y - 0,04056 v^2 \end{array} \right\}.$$

Ausrechnung tabellarisch mit Hilfe eines Dr.-Frank-Schiebers von 50 cm Länge.

Tab. 20. Intervallrechnung.

t Min., Sek.	y	$0,1626 y$	Δv	v	Δy	$-0,04056 v^2$ (vorher)
0' 00	2,2446	3,0000	-1,1100	-0,3650
18,5	1,1346	0,1846	-0,1804	2,8296	-1,0468	-0,3246
37	0,0878	0,0143	-0,3103	2,5193	-0,9322	-0,2574
55,5	-0,8444	-0,1373	-0,3947	2,1246	-0,7860	-0,1831
1' 14	-1,6304	-0,2651	-0,4482	1,6764	-0,6200	-0,1140
32,5	-2,2504	-0,3658	-0,4798	1,1966	-0,4428	-0,0581
51	-2,6932	-0,4377	-0,4958	0,7008	-0,2593	-0,0199
2' 09,5	-2,9525	-0,4799	-0,4998	0,2010	-0,2352	-0,0016
28	-3,1877	-0,5182	-0,5198	-0,3188	+	

Die größte Erhebung des Wasserschloßspiegels über das Staubeckenniveau beträgt auf Grund vorstehender Intervallrechnung 3,1877 oder rund 3,20 m.

Eine gute Kontrolle dieses y_{\max} erhält man nach Schmitt-henner und Haller durch die Näherungsformeln:

$$(28) \quad \text{Entlastung} \cdot y_{\max} = (v_1 - v_2) \sqrt{\frac{f \cdot h}{F \cdot g}} - \frac{h}{2},$$

$$(29) \quad \text{Belastung} \cdot y_{\min} = (v_1 - v_2) \sqrt{\frac{f \cdot h}{F \cdot g}} - \frac{h}{4},$$

worin bedeuten: v_1 anfängliche, v_2 schließliche Stollengeschwindigkeit im Beharrungszustand, f Stollenquerschnitt, F Wasserschloßoberfläche, L Stollenlänge, $g = 9,81$ m pro Sek., h Gefällsverlust im Stollen infolge Geschwindigkeits-erzeugung am Staubeckenauslauf und infolge Reibung am benetzten Umfang.

Die Gleichungen ergeben etwas zu große, ungünstige Werte und sind brauchbar, da die Unstimmigkeit gegen die genauere Rechnung nur wenige Prozent beträgt.

Im oben gerechneten Beispiel wird

$$y_{\max} = 3 \sqrt{\frac{12,57 \cdot 1116}{628,32 \cdot 9,81}} - \frac{2,24}{2} = 3,40 \text{ m rund}$$

oder um 6,3% zu ungünstig.

Anm. 1. Wie Prašil nachgewiesen hat, macht es nicht viel Unterschied, ob der Vorgang der Entlastung etwas langsamer oder schneller vor sich geht. Zum Beispiel für die Daten $L = 2760$, $f = 7,44$, $F = 500$, $R = 0,744$, $k = 71$, $v_1 = 2,02$, $h = 2,92$ und $Q_1 = 15$ cbm ergab sich bei einer Schlußzeit von

	10	100	200 Sek.
y_{\max}	1,989	1,951	1,818 m
oder	100	98	93%.

Anm. 2. Die bisherigen Feststellungen beziehen sich auf Wasserschlösser hinter Stollen. Die Frage, wie hoch die höchste Erhebung in Wasserschlössern hinter offenen Kanälen ansteigt, harret noch der Untersuchung. Einstweilen muß folgende näherungsweise Berechnung angewandt werden. Es sei bis zur höchsten Erhebung h über den vorherigen

Beharrungsspiegel des Wasserschlosses im ganzen Oberkanal das Wasserquantum W mit der Masse m und der anfänglichen Geschwindigkeit v hereingeflossen und es liege der Schwerpunkt des hereingeflossenen Wasserquantums im Abstand $\frac{h}{3}$ über dem anfänglichen Spiegel, so besteht die Beziehung

$$(30) \quad \text{const} \cdot \frac{m v^2}{2} = W \cdot \frac{h}{3}$$

oder mit
$$m = \frac{W}{g}$$

$$\text{const} \cdot \frac{v^2}{2g} = \frac{h}{3},$$

woraus mit $\frac{v^2}{2g} = h'$ und $3 \cdot \text{const} = a$ folgt:

$$(31) \quad h = a h',$$

was in Worten besagt:

Die Maximalerhebung h ist ein Vielfaches der Geschwindigkeitshöhe h' . Bei einigen Messungen an trapezoidalen Kanälen von 1 und 1,5 km Länge hat der Verfasser gefunden für

$$\begin{array}{r} v = 1 \quad 2 \quad 3 \text{ m} \\ a = 21 \quad 9 \quad 4 \text{ ,, ,} \end{array}$$

oder, wenn h_r etwa den gesamten Gefällverlust im Oberkanal bedeutet, $h = 2 h_r$. Die Erhebung h scheint aber auch von der Länge des Oberkanals abzuhängen; darum ist bei Neuprojektierungen Vorsicht am Platze und lieber mit $h = 3 h_r$ zu rechnen.

Bei Vorhandensein eines Übereichs dagegen wird h nur so groß, als der Toleranz zur Abführung von Q am Übereich entspricht.

§ 14. Ausfluß aus freien Öffnungen.

Bei Kanälen oder Rohrleitungen, welche von einem Werkgerinne abzweigen, interessiert zuweilen die Frage, wieviel Wasser bei ganz geöffneter Schütze im stationären Zustand maximal ausfließt.

Ist in Fig. 29 L ein Leerauslaß aus einem Stausee oder einem Wasserschloß von der Tiefe H und sind die Leerschützen ganz offen, so fließt, mit den Bezeichnungen der Figur, auf die Breite 1 (senkrecht zur Zeichenebene) aus der Öffnung heraus die Wassermenge

$$(32) \quad Q = \frac{2}{3} \mu_1 h_1 \sqrt{2g h_1} + \mu_2 h_2 \sqrt{2g h_1}.$$

h_1 und h_2 seien nicht durch Messung bekannt; wie werden sie sich einstellen, vorausgesetzt, daß der Abfluß ständig durch den Zufluß ersetzt wird?

1. Wir lösen zunächst die Aufgabe durch Versuchsrechnung. Es sei $H = 6$ m, $\mu_1 = \mu_2 = 0,81$, so ist mit

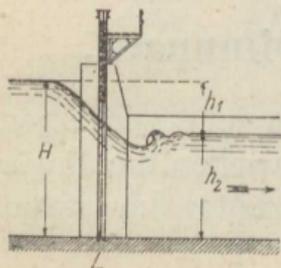
$$\sqrt{2g} = 4,43$$

$$\frac{2}{3} \mu = 0,54, \quad \frac{2}{3} \mu \sqrt{2g} = 2,39 \quad \text{und} \quad \mu \sqrt{2g} = 3,588.$$

Wir setzen nun der Reihe nach für h_1 die Werte 1, 2 . . . bis 5 und berechnen Q tabellarisch:

h_1	h_2	$h_1^{2/3}$	$2,39 h_1^{2/3}$	h_2	$h_1^{1/2}$	$3,588 h_2 h_1^{1/2}$	Q
1	5	1,00	2,39	5	1,00	17,95	20,34
2	4	1,59	3,80	4	1,41	20,23	24,03
3	3	2,08	4,98	3	1,73	18,62	23,60
4	2	2,52	6,02	2	2,00	14,33	20,35
5	1	2,92	6,97	1	2,22	7,96	14,93

Fig. 29. Ausfluß aus freien Öffnungen.



Man sieht, daß das Maximum der Wassermenge ausfließt bei $h_1 = 2$, $h_2 = 4$ m. Diese Größen stellen sich im Beharrungszustand ein.

2. Mit der Infinitesimalrechnung läßt sich der Vorgang folgendermaßen allgemein behandeln. Soll in Gleichung (32) die Größe Q , als Ab-

hängige von h , zum Maximum werden, so muß der Differentialquotient $\frac{dQ}{dh}$ gleich Null sein. Für die Berechnung des Maximums ist die Richtungsbeziehung einzuführen; es ist, da h_2 in umgekehrtem Sinne wächst wie h_1 , Gleichung (32) für die Differenzierung wie folgt zu schreiben:

$$Q = \frac{2}{3} \mu_1 h_1 \sqrt{2g h_1} + \mu_2 (-h_2) \sqrt{2g h_1}.$$

Die Differentiation ergibt

$$\begin{aligned} \frac{dQ}{dh} = 0 &= \frac{2}{3} \mu_1 \sqrt{2g h_1} + \frac{2}{3} \mu_1 \cdot h_1 \sqrt{2g} \cdot \frac{1}{2\sqrt{h_1}} \\ &\quad - \mu_2 \cdot h_2 \sqrt{2g} \cdot \frac{1}{2\sqrt{h_1}} \end{aligned}$$

und, mit $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ sowie nach Division mit $\frac{1}{6} \mu \sqrt{2g}$,

$$6\sqrt{h_1} - 3h_2 \frac{1}{\sqrt{h_1}} = 0,$$

also

$$h_1 = \frac{1}{2} h_2.$$

Unsere Rechnungen ergeben beide den Satz:

Das Maximum der Wassermenge fließt aus, wenn die Druckhöhe ein Drittel der Gesamthöhe beträgt.

§ 15. Zur Berechnung von Sturzbetten.

Die Sturzbetten in Leerschußkammern, hinter Wehren und Talsperren gehören zu denjenigen Bauteilen einer Wasserkraftanlage, welche am meisten der Erneuerung bedürfen. Ähnlich wie die Uferdeckwerke von den Wellenschlägen der Meeresbrandung werden sie früher oder später von der lebendigen Kraft der abstürzenden Wasser-

massen zerstört, besonders wenn diese mit Fremdkörpern, Sand, Kies usw. verunreinigt sind. Es ist ein Irrtum, wenn man glaubt, daß sogenannte Wasserpolster, wie man sie häufig mit zwei bis vier Metern Stärke ausgeführt sieht, die Stoßkraft des auftreffenden Wasserstrahls wesentlich abmindern können; der Augenschein lehrt, daß selbst bei 4 m Tiefe des Wasserkissens ein von großer Höhe herabfallender Strahl beinahe in unveränderter Stärke bis auf den Grund des Sturzbettes hinunterschießt. Die Wasserbedeckung über dem Sturzboden weicht fast widerstandslos zur Seite aus. Einen wirksamen Widerstand gegen herabstürzende Wassermassen kann das andere Wasser nur dann bieten, wenn es selbst in lebhafter Bewegung sich befindet, mit viel kinetischer Energie begabt ist. Wenn es also gelingt, etwa mittels Umläufen usw., dem fallenden Wasser die Energie möglichst aufwärts gerichteter Wasserstrahlen von großer Geschwindigkeit entgegenzusetzen, so wird dies zu einer ausgiebigen Vernichtung der überschüssigen Wasserkraft viel beitragen.

Wo derartige Bauanordnungen unmöglich sind, bleibt nichts übrig, als unter Vermeidung von zu großer Strahlstärke (z. B. bei zu engen Leerschützen) und gefährlicher Fallhöhe das Sturzbett so zu dimensionieren, daß es dem Wasseraufprall standhält. Man trifft hier (abgesehen von der teuren Auspanzerung) zweierlei bewährte Konstruktionen der Sturzbettbedeckung an, nämlich

Dielenbelag auf verankerten, in einfachen Fällen auch bloß einbetonierten, konischen Lagerhölzern oder

besten Portlandzementputz mit Drahtgeflecht-einlage.

Der erstere hat den Vorzug der größeren Elastizität

und leichteren Auswechselbarkeit. Bei beiden Anordnungen ist es zum Schutz gegen die Einwirkungen von Frost und Sonnenbestrahlung nötig, für dauernde Wasserbedeckung von 1 bis 2 m über dem Sturzboden zu sorgen. In diesem Sinne ist also ein Wasserkissen mäßiger Tiefe berechtigt. Ist das Wasser viel mit Sand, Eis usw. untermischt, so ist Holz die einzig mögliche Sturzbettbedeckung, weil Reparaturen hierbei am raschesten und einfachsten ausgeführt werden können.

Die Berechnung solcher Sturzbetten ist schon auf verschiedene Weise versucht worden¹⁾, einfach ist folgende Behandlung, welche mit der Erfahrung im Einklang steht.

Könnte der von der Höhe h auf den Sturzbettquerschnitt F treffende Wasserstrahl in Ruhe befindlich gedacht werden, so wäre in diesem Zustand der spezifische Druck der h m hohen Wassersäule auf dem Sturzbett $p = \gamma h$. Da nun die Wassersäule sich bewegt, der von ihr getroffene Teil des Sturzbodens aber nicht, und statt einer einzigen eine ununterbrochene Folge solcher Wassersäulen, ein Wasserstrahl, gegen jenen Plattenteil sich bewegt, so kann man die Sache so auffassen, als ob der Plattenteil durch den Wasserstrahl zu bewegen versucht würde und der Bewegung seinen Trägheitswiderstand entgegengesetzt. Es muß aber offenbar auf dasselbe herauskommen, wenn man den Plattenteil in Bewegung befindlich und den Trägheitswiderstand vom Wasserstrahl ausgeübt denkt. Nach bekanntem Satz aus der Physik ist dieser Trägheitswiderstand äußerstenfalls gleich dem doppelten Gewicht der Wassersäule, also die gesuchte gefährlichste Beanspruchung des Sturzbodens

$$(35) \quad p = 2\gamma h.$$

¹⁾ Z. B. Zentralbl. f. Bauv. 1909, S. 331 ff.

Mit der so berechneten¹⁾ zulässigen Beanspruchung sollte, nach Erfahrungen an ausgeführten Beispielen, bei den beiden obengenannten Konstruktionsmaterialien nicht über 2 kg/qcm hinausgegangen, eher zur Sicherheit darunter geblieben werden, damit die eingangs genannten Reparaturen, die übrigens, namentlich bei Holz, auf die Dauer niemals ausbleiben, nicht allzuhäufig eintreten.

§ 16. Druckrohrleitungen.

Druckrohrleitungen führen das Werkwasser vom Wasserschloß zu den Turbinen.

Das Material der Rohre ist gewöhnlich Eisen oder Stahl; neuerdings wird, bei nicht zu hohen Gefällen, auch spiralarmierter Eisenbeton angewendet. Bemerkenswert ist die von Riehl, Innsbruck ausgeführte Betondruckrohrleitung des Schnalstalwerkes mit 313 m Gefälle, wobei ein 7 mm starkes Eisenrohr gleichsam als Lehre in das Innere des Betons eingelagert wurde. In holzreichen Gegenden des Auslandes wird zuweilen Holz als Baumaterial der Druckleitungen verwendet.

Das Rohrmaterial bewirkt für die hydraulische Berechnung einen Unterschied in den sog. Rauigkeitsgrad der Wandungen, vgl. die Tabelle 17 im § 6 dieses Bändchens. Bei Metallrohren ist die Rauigkeit verschieden, je nach dem Vorhandensein und der Beschaffenheit der Ränder. Genietetete Rohrleitungen wurden früher ausschließlich verwendet; mit dem Fortschritt der Schweißtechnik, für welche Rohre bis zu ungefähr $1\frac{1}{2}$ m Durchmesser nichts Ungewöhnliches

¹⁾ Zu demselben Resultat kommt, auf dem Wege über die „Bewegungsgröße“, Marum a. a. O., welcher angibt $\frac{P}{F} = \frac{\gamma \cdot v^2}{g}$. Letzteres ist nichts anderes als $2\gamma h$.

mehr sind, verschwindet die Nietung immer mehr, weil sie infolge des größeren Reibungsverlustes größere Gewichte und Durchmesser verlangt. Wenn die Blechstärke 30 mm überschreitet, müssen geschweißte Rohre verwendet werden. Um beim Bahn- und Achsentransport zwei oder mehrere Rohre ineinander stecken zu können, werden die Druckleitungen mit gegen die Turbinestation stufenweise abnehmendem Lichtdurchmesser ausgeführt; dies ist bei der Berechnung des Rinnverlustes zu berücksichtigen.

Die Berechnung des Rinnverlustes ist in großen Zügen im § 7 dieses Bändchens gegeben, woselbst auch eine einfache Berechnung des wirtschaftlich günstigsten Rohrdurchmessers gezeigt ist.

Die Berechnung der Blechstärke erfolgt so, daß man sich an der zu untersuchenden Rohrbahnstelle einen Meter Rohr herausgeschnitten denkt (siehe Fig. 30), und dann für die Fuge $m n$ die Beziehung anschreibt:

$$\frac{\text{Zulässige Beanspruchung auf Zerreißen}}{\text{größter bei Regulierperioden auftretender Wasserdruck}} = \frac{\text{Blechquerschnitt } m n}{\text{Blechquerschnitt } m n}$$

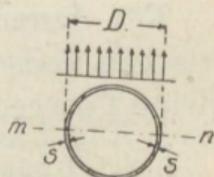
oder, mit den Buchstaben der Figur:

$$k_z = \frac{H_{\max} \cdot D}{2s}$$

Für k_z läßt man, bei bestem Siemens-Martin-Stahl von 38—40 kg pro Quadratmillimeter Bruchfestigkeit und 24% Dehnung, für Nietrohre 700 und für Schweißrohre 800 kg pro Quadratmeter zu. Zu dem sich ergebenden s pflegt man 1 mm wegen Abrosten zuzuschlagen.

Die maximale Drucksteigerung

Fig. 30.



berechnet sich folgendermaßen. Wird in einer Rohrleitung der Länge h und Niveaudifferenz H eine mit der Geschwindigkeit v sich bewegende Wassersäule mit der Schlußzeit T auf die Geschwindigkeit 0 abgebremst, so besteht die Beziehung:

$$\left(\begin{array}{l} \text{potentielle oder La-} \\ \text{genenergie, zu welcher} \\ \text{das Wasser wieder} \\ \text{emporsteigen könnte} \\ \text{infolge der plötzlichen} \\ \text{Absperrung} \end{array} \right) \approx \frac{1^{1/2} \text{fache lebendige Kraft}}{\text{Schlußzeit } T},$$

mit Buchstaben:

$$h_s \cdot Q = \text{ca. } 1,5 \frac{M \cdot v^2}{2} \cdot \frac{1}{T}$$

$$\left[M = \frac{Q}{g}; \quad v = \frac{Q}{f}; \quad Q = Lf \right]$$

$$(35) \quad h_s = \text{ca. } 1,5 \cdot \frac{L \cdot v}{g \cdot T} \approx 0,15 \cdot \frac{Lv}{T} \text{ } ^1).$$

Gewöhnlich gibt man h_s in Prozenten des Nettogefälles H_{netto} der eisernen Druckleitung an und schreibt:

$$(35) \quad \frac{h_s \cdot 100}{H} = \text{Prozentzahl} = 15 \cdot \frac{L \cdot v}{H \cdot T}.$$

Erfahrungsgemäß werden Druckregulatoren nötig, sobald die Zahl (35') den Wert 50% überschreitet.

Es ist ferner

$$(36) \quad H_{\text{max}} = H + h_s.$$

Für dauernd gleichmäßiges Funktionieren des elektrischen Teils der Anlage ist es erwünscht, daß möglichst kleine Tourenschwankungen und Schwankungszeiten

¹⁾ Vgl. Buda u, Druckschwankungen in Turbinenzuleitungen.

auftreten, der Beharrungszustand soll möglichst rasch wiederkehren, und die Schlußzeiten und Öffnungszeiten der Turbinenregulatoren sind daher kurz zu bemessen. Zwischen diesen Zeiten, den Schwungmassen der rotierenden Maschinenteile und der Größe der Druckschwankungen besteht folgender Zusammenhang:

Kurze Regulierzeiten geben große Druckschwankungen, aber kleine Schwungmassen;

lange Regulierzeiten geben kleinere Druckschwankungen, aber große Schwungmassen.

Wo angängig, sollte unmittelbar hinter jedem Punkt, an welchem die Rohrleitung verankert ist, eine Ausdehnungsverbindung angebracht werden, gewöhnlich bestehend aus einer Stopfbüchse mit Stopfbüchsenbrille; zur Dichtung dient ein besonderes, gefettetes Hanfseil.

Man unterscheidet Axial- und Radialverankerungen. Erstere sollen Kräfte aufnehmen, welche in Richtung der Rohrachse wirken, also die axiale Gewichtskomponente des Rohrstranges, Temperaturspannungen, Kräfte infolge Reduktion des Rohrdurchmessers, Wasserdruck gegen den Ring der Expansionsverbindung, Reibung in der Expansion; die letzteren müssen denjenigen Kräften Widerstand leisten, welche radial zur Rohrachse auftreten können. Die vom Wasserdruck herrührenden Radialkräfte berechnet man rasch und genügend genau graphisch. Man trägt im Knickpunkt *A* bzw. *B* den größten auf den Rohrquerschnitt möglichen Wasserdruck

$$(37) \quad W_1 \text{ bzw. } W_2 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot H_{\max},$$

wie in Fig. 31 geschehen ist, auf und erhält aus dem Kräftepolygon die Kräfte S_1 bzw. S_2 , denen die Verankerung

widerstehen muß. Die Verankerungsklötze werden für sämtliche Rohre der Rohrbahn als gemeinsamer Körper ausgeführt.

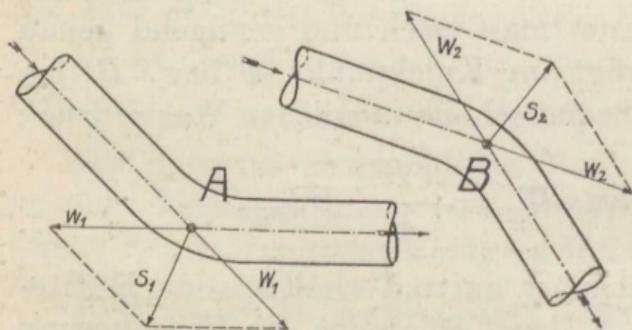
Zwischen den Verankerungspunkten befindet sich je noch eine größere Anzahl sogenannter Gleitsättel, das sind kleine Betonblöcke, welche die einzelnen Rohre etwa alle 5—10 m unterstützen. Diese Blöcke reichen nicht über die Breite der Rohrbahn hinweg, sondern werden für jedes Rohr getrennt hergestellt. Die Gleitsättel sind innen recht glatt zu machen, damit Längsbewegung möglich ist.

Die Stöße der genieteten Rohre werden entweder durch Zusammenstecken, ähnlich wie bei Ofenrohren, hergestellt, oder es werden die einzelnen Baulängen mit den abgehobelten Kanten stumpf gegeneinander gestoßen und mit übergelegten Laschen vernietet oder besser durch aufgenietete Winkelflanschen verschraubt. Bei geschweißten Rohrleitungen nimmt man wegen der leichten Demontage lose Flanschen und vorgeschweißte Bunde. Hier gibt es verschiedene Ausführungsformen, worüber bei Spezialfirmen das Nähere zu erholen ist.

Die Baulängen wechseln je nach der Transportmöglichkeit zwischen 5 und 10 m.

An Ausrüstungsteilen können bei Rohrbahnen

Fig. 31. Rohrbahnknickpunkte.



vorhanden sein:

Reinigungsstützen oder Domlöcher, den Rohrquerschnitt absperrende Schieber oder Drosselklappen, die entweder automa-

tisch (z. B. nach dem Typ der von Rollschen Eisenwerke in Bern) oder durch elektrische Fernschaltung oder von Hand betätigt werden, Sicherheitsventile, Brechplatten, Nebenauslässe, Windkessel, Standrohre. Über all dies vergleiche die Spezialliteratur.

Als Hilfsmittel bei der Montage der Druckleitungen dient gewöhnlich eine Drahtseilbahn.

Die gesamte Rohrbahn ist gut zu entwässern; zuweilen wird die ganze Rohrleitung eingefüllt, wie dies, mit Rücksicht auf Einfrieren, bei der Wasserkraftanlage Adamello geschah, welche meist nur 8 Stunden im Betrieb ist.

Auch bei Rohrbahnen können dieselben „besonderen Bauten“ vorkommen, wie an offenen Werkkanälen, siehe WA I, § 17. Es ist nicht selten möglich, bei Brücken als tragendes Glied die Druckrohre selbst auszubilden.

§ 17. Zur Berechnung von Schützenanlagen.

Bezüglich der hydraulischen Berechnungen vergleiche die §§ 7 und 14 in diesem Bändchen.

1. Bei hölzernen Schützen kommt es darauf an, die Stärke der untersten Bohle zu kennen. Ist p die spezifische äußerst zu berücksichtigende Wasserpressung auf den untersten Schützenstreifen von der Höhe der Längeneinheit, ferner b die Lichtweite der Schützöffnung und σ die größte zulässige Beanspruchung des Holzes, so erhält man die unterste Bohlenstärke allgemein zu

$$(38) \quad \delta = 0,866 b \sqrt{\frac{p}{\sigma}}.$$

Beweis. Aus $M = \sigma W$ kommt $\frac{p b^2}{8} = \frac{\sigma \cdot \delta^2}{6}$, woraus δ .

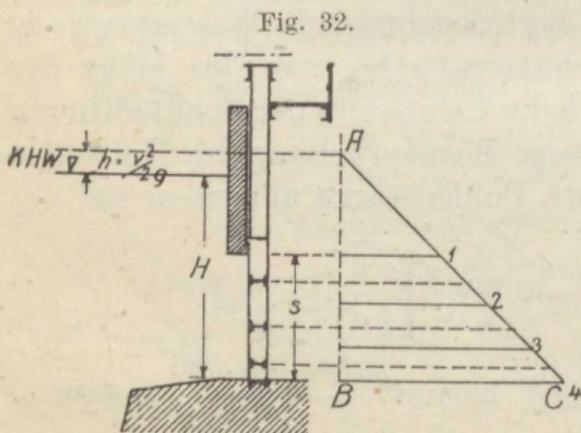
Für Tannenholz läßt man $\sigma = 60$, für Kiefern 75, für Eichen bis zu 90 kg/qcm zu. Bei kleineren Schützen macht man die übrigen Bohlen ebenso stark wie die unterste, bei größeren Verhältnissen stuft man in zwei, seltener mehr Stärken ab. Übersteigt δ den Wert von 25 cm, so muß man Eisenträger verwenden.

2. Die Aufgabe, die Höhenlage dieser eisernen Schützenträger zu ermitteln, löst man in einfacher Weise graphisch. Ist h die größte Wasserhöhe, welche eintreten kann (zur Sicherheit rechnet man die Geschwindigkeitshöhe $\frac{v^2}{2g}$ hinzu), und ist die Schützhöhe s ,

so trägt man, wie in Fig. 32, das Wasserdruckdreieck ABC auf und teilt die auf s entfallende Druckfläche in so viel gleiche Teile, als die Anzahl der Träger beträgt, die man verwenden will. Die Schwerlinien der Flächen $12, 23$ usw. zeigen die Höhenlage an, welche die Eisenträger erhalten müssen, um sämtlich gleichmäßig beansprucht zu sein. Die Dimensionierung der Träger gehört in die Statik.

3. Die Konstruierung der Schützenwindwerke wird am besten der Maschinenfirma überlassen. Die wichtigsten Angaben für die Berechnung sind die folgenden.

Die größte Hubgeschwindigkeit der Schützen soll 1 m pro Minute betragen, bei großen Verhältnissen geht man bis auf 80 cm herab. — Für Handbetrieb beträgt die Kurbelgeschwindigkeit $\frac{1}{2}$



bis 1 m und der Druck, den ein Arbeiter an einer Kurbel ausübt, 15 bis 20 kg; desgleichen bei 2 Arbeitern und einer Kurbel 20 bis 30 kg, und bei 2 Arbeitern und 2 Kurbeln 40 bis 60 kg. Die vorderen Zahlen gelten für stundenlange, die anderen für vorübergehende Benützung. Ein Mann leistet demgemäß

$\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{4}$ PS. — Übersteigt das Verhältnis $\frac{\text{Kraftmoment}}{\text{Lastmoment}}$

oder die sog. Übersetzung den Wert 1:5, so sind Vorgelege anzuordnen. — Die Übersetzung jedes einzelnen Zahnradvorgeleges, also das Verhältnis ihrer Zähnezahlen oder ihrer Durchmesser, soll 1:5 nicht übersteigen. — Die Übersetzung eines Schraubenvorgeleges ist gleich dem reziproken Wert der Zähnezahl des Schraubenrads. — Ein Schraubenrad ist selbstsperrend, wenn die Steigung der Schraubenwindungen weniger als $\frac{1}{10}$ beträgt. — Die Teilung eines Zahnrads ist gleich seinem Teilkreisdurchmesser dividiert durch die Zähnezahl. Sie wird gewöhnlich berechnet mit Hilfe des am Eingriff wirksamen Kraftmoments M aus der Formel:

$$(39) \quad t = \sqrt[3]{\frac{2\pi \cdot M}{c \cdot \psi \cdot z}}$$

worin bedeuten t Teilung, z Zähnezahl, ψ das Verhältnis

$$\frac{\text{Zahnbreite}}{\text{Teilung}} \quad \text{und} \quad c = \frac{1}{6} \frac{\beta^2}{\alpha} k_b$$

(k_b zulässige Biegungsbeanspruchung des Materials,

$$\alpha = \frac{\text{Zahnhöhe}}{\text{Teilung}}, \quad \beta = \frac{\text{Zahnfußstärke}}{\text{Teilung}}). \quad (40)$$

Mit der zulässigen Biegungsbeanspruchung kann bei Zahnrädern und Zahnstangen aus bestem Gußeisen bis

300, aus Phosphorbronze bis 500 und aus Stahlguß bis 700 kg/qcm gegangen werden.

Die Größe der Kraftleistung, welche zum Anheben der Schütztafel aus ihrer tiefsten Lage äußerstenfalls notwendig ist, ermittelt sich folgendermaßen. Es muß sein

die zu leistende Arbeit = Arbeit gegen die Schwere S + Arbeit gegen die Reibung R + Arbeit gegen den Trägheitswiderstand T oder in Buchstaben

$$(41) \quad \begin{aligned} A &= (S + R + T) \cdot v \cdot \frac{1}{\eta} && \text{m t bzw.} \\ &= (S + R + T) \cdot v \cdot \frac{1}{\eta} \cdot \frac{1000}{75} && \text{PS} \end{aligned}$$

(v Hubgeschwindigkeit, η Gesamtwirkungsgrad des Schützenwindwerks).

Die Größen in (41) ergeben sich wie folgt.

Die Schwere des Schützen ist

$$S = b \cdot h_0 \cdot \delta \cdot \gamma$$

(b Tafelbreite, h_0 Tafelhöhe, δ Tafelstärke, γ spezifisches Gewicht des Holzes).

Mit $\gamma = 0,5$ und Formel (38) dieses Paragraphen kommt

$$S = 0,433 h_0 b^2 \sqrt{\frac{p}{\sigma}}$$

oder, wenn $p =$ der äußersten wirksamen Wassertiefe t und $\sigma = 600$ t/qm gesetzt wird,

$$= 0,018 h_0 b^2 \sqrt{t}.$$

Die Schützenreibung beträgt

$$R = b \cdot W \cdot f$$

($W =$ Wasserdruck, f Reibungskoeffizient).

Mit $W = \frac{t^2}{2}$ und $f = 0,50$ (Sand auf den Reibstellen oder Schützen vereist) wird

$$R = 0,25 b t^2.$$

Den Trägheitswiderstand übt sowohl der Schütz selbst, als auch die darüberstehende Wassermasse aus. Er ist also mindestens gleich dem Schützgewicht S , wozu noch das Gewicht S_1 jener Wassermasse kommt, die über dem Schütz liegt und je nach der Tiefenlage der Schütztafel variiert. Es ist also die notwendige Kraftleistung beim Anheben

$$(42) \quad A = (2S + S_1 + 0,25 b t^2) v \cdot \frac{1}{\eta} \cdot \frac{1000}{75} \text{ PS.}$$

Setzt man hier $S_1 = S$ und, für eine mittlere Anzahl Vorgelege nebst Schneckengetriebe $\eta = 0,27$, ferner $v = \frac{v \text{ (Minute)}}{60}$, so wird (42) nach einigen Abrundungen

identisch mit der von Holl a. a. O. gegebenen Näherungsformel der notwendigen Motorleistung

$$(43) \quad A = (h_0 b \sqrt{t} + 4,8 t^2) \frac{v_{\min} \cdot b}{20} \text{ PS.}$$

Außer dem elektrischen Antrieb muß in jedem Fall auch Handantrieb vorgesehen werden. Entweder ordnet man hierbei, wenn man nicht jede Schützenöffnung mit eigenem Motor versehen will, für den elektrischen Antrieb eine durchlaufende Transmissionswelle an, auf welche ein oder zwei Motoren treiben, oder man wählt einen fahrbaren Motor, wie dies z. B. bei der Werkanlage Aue¹⁾ in der Schweiz in vorbildlicher Weise geschehen ist. Elektrisch angetriebene Schützen müssen

¹⁾ Escher, Wyß & Cie., Zürich.

stets mit selbsttätigen Endausschaltern versehen sein, um Beschädigungen zu vermeiden, für den Fall, daß der bedienende Wärter den Strom nicht rechtzeitig abstellt.

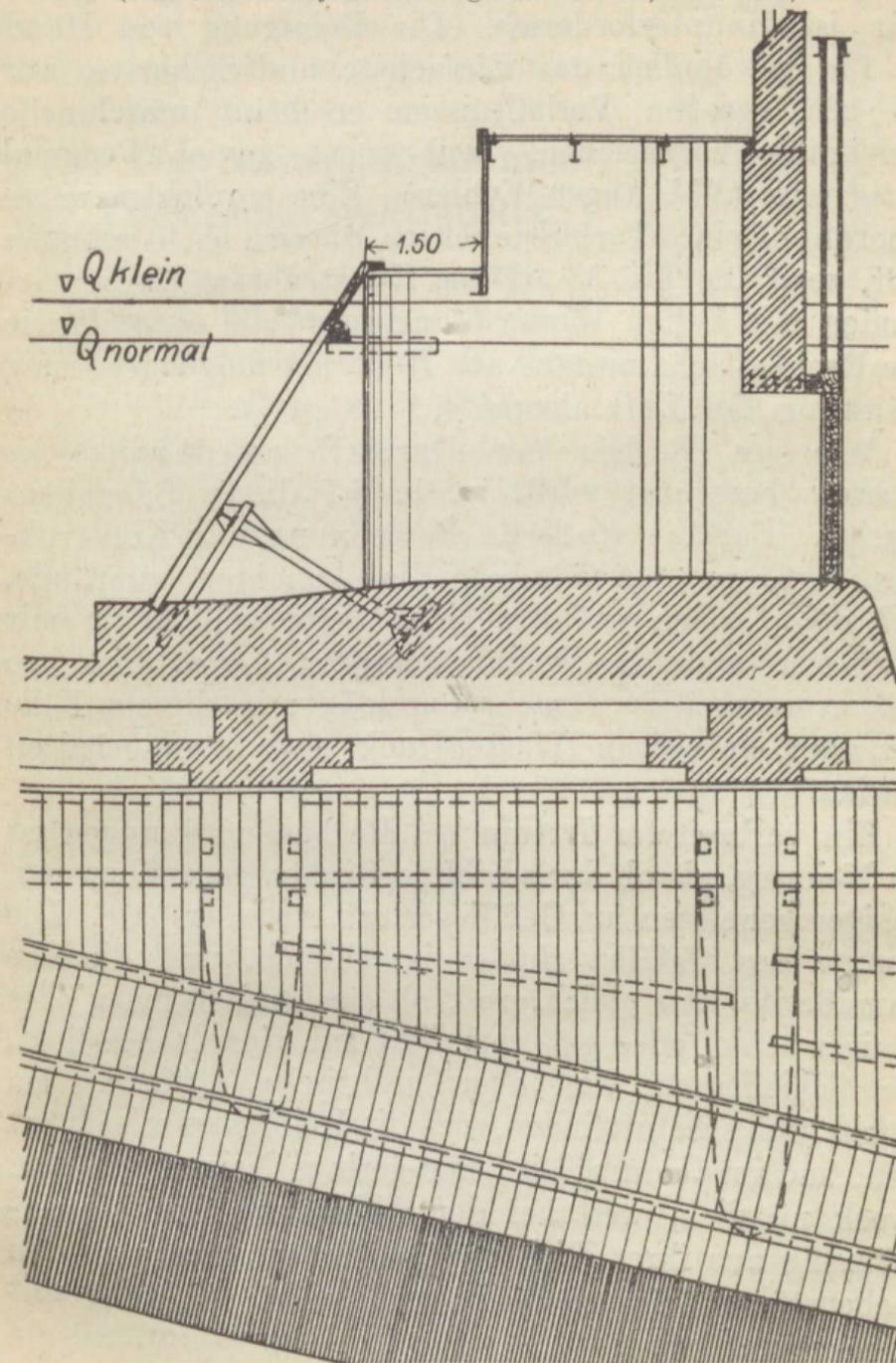
§ 18. Rechenanlagen.

Man unterscheidet Grob- und Feinrechen.

Die Grobrechen werden gewöhnlich vor den Entnahmestellen der Wasserkraftanlagen, den Einlaufbauwerken, aufgestellt, wenn Eindringen von Verunreinigungen, Treibholz, Eis usw. in den Werkkanal zu befürchten ist. Sie bestehen aus starken eisernen oder hölzernen Stäben mit einer Lichtweite von 10 bis 30 cm. In Gegenden mit viel Eisgefahr sollen die Stäbe des Grobrechens nur aus Holz bestehen, weil das Eisen die Kälte aus der Luft anzieht und die Eisbildung fördert. Am Grobrechen ordnet man eine Bedienungsbrücke an mit einer Laufschiene, an welcher Flaschenzüge angehängt werden können; mit diesen kann man einzelne Rechenstäbe oder Rechenfelder zum Reinigen hochziehen, auch zur Beseitigung von angeschwemmten Baumstrünken usw. erweisen sich die Flaschenzüge nützlich.

Die Feinrechen werden innerhalb der Werkgerinne, vor Tunnel- und Stolleneingängen und im Wasserschloß angebracht. Der Wasserschloßfeinrechen heißt auch Turbinenrechen. Er ist, in der Tat, einer der wichtigsten Bestandteile der Wasserkraftanlage. Von seiner richtigen Anordnung und Instandhaltung hängt die Lebensdauer des Turbinenbetriebes wesentlich ab. Dieser Rechen soll so angeordnet sein, daß er, ohne viel Gefälle zu verzehren, alle störenden Fremdkörper von der Turbine fernhält. Die am Rechen zurückgehaltenen Wasserverunreinigungen sollen sich leicht und

Fig. 33. Feinrechen in Gegenden mit Eisgefahr.
(Aus einem Projekt von Sager & Woerner, München.)



rasch wegschaffen lassen, eine gute Reinigungsmöglichkeit ist Hauptfordernis. Die Reinigung von Hand ist für gewöhnlich das Einfachste und Sicherste, nur bei sehr großen Verhältnissen erscheint maschinelle Reinigung vorzuziehen, weil sonst zuviel Personal nötig wäre (WA Augst-Wyhlen). Eine empfehlenswerte Anordnung eines Turbinenrechens, die sich leicht reinigen läßt, zeigt die Fig. 33. Diese Konstruktion ist für Gegenden mit kalten Wintern angezeigt; die obere Partie der Rechenfläche besteht aus Holz, um möglichst wenig Kälte aus der Luft abzuleiten.

Wie am Rechen der Durchtrittsquerschnitt des Wassers berechnet wird, ist in § 7 dieses Bändchens gezeigt. Für die statische Berechnung der Konstruktion legt man gewöhnlich die Annahme zugrunde, daß der Rechen auf der einen Seite vollständig mit Eis oder anderen Verunreinigungen verlegt ist, so daß er kein Wasser mehr durchläßt; in diesem Falle soll dem einseitigen Wasserdruck noch standgehalten werden.

Ein verbreiteter Irrtum bei Rechenanordnungen ist die Meinung, als ob der schiefere Rechen gegenüber dem weniger geneigten an Gefällsverlust etwas erspare. Die Summe des Gefällsverlustes ist für ein und dieselbe Kanalbreite stets gleich groß, ob der Rechen mehr oder weniger schief oder gar senkrecht zur Kanalachse liegt. Die Schieflegung hat aber praktische Gründe. Im Aufriß muß sie stattfinden, weil die Reinigung erleichtert wird, und im Grundriß ist eine geringe Neigung zu dem Zweck nützlich, weil bei der Ablenkung der Wasserströmung aus ihrer Richtung das Schwimmzeug an den Rechenstäben hängen bleibt und nicht so leicht mit durchgerissen wird.

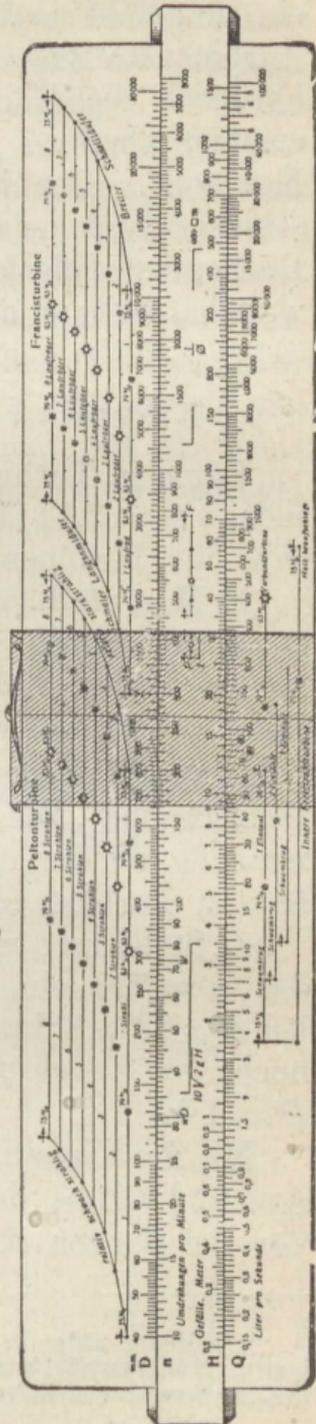
Übliche Lichtweiten der Feinrechen sind 20—30 mm, bei einer Dicke der Stäbe von 8—12 mm.

§ 19. Das Notwendigste aus der Turbinenprojektierung.

Wer irgend mit der Durchführung eines Wasserkraftunternehmens zu tun hat, wie z. B. der mit der Aufstellung oder Prüfung eines generellen Wasserkraftentwurfes beauftragte Techniker, oder der Industrielle, der die Verwertung einer Wasserkraft beabsichtigt, ist hierbei oft genötigt, schon aus den allgemeinen Daten der Kraftstufe rasch sich ein ungefähres Bild von den Wasserturbinen und der Kraftstation zu machen.

Für solche Aufgaben bietet der Hollschieber (Fig. 34) ein gutes und einfach anzuwendendes Hilfsmittel. Er gibt, sobald von der Wasserkraft die Turbinenkonstituenten Q und H bekannt sind, zu diesen Größen und einer angenommenen Tourenzahl der Maschinen mit einem Griff System, Art, Wirkungsgrad der bestmöglichen zugehörigen Turbine; mit einem weiteren Griff erhält man auch die Größe des Turbinenlaufrades und damit also

Fig. 34. Holls Turbinenrechenchieber.



ein ungefähres Bild der ganzen Turbine und der Turbinenstation überhaupt. Durch den Schieber ist natürlich die Rückfrage bei der Turbinenfabrik nicht ersetzt, aber zu deren Angaben bietet er eine gute Kontrolle. Der hauptsächlichste Gebrauch des Hollschiebers, welcher aber noch für eine ganze Menge anderer Rechenmanipulationen der Wasserkraftprojektierung verwendbar ist¹⁾, ist am besten aus einem Beispiel zu ersehen.

Elektrizitätswerk Kubel, St. Gallen.

Für eine Turbineneinheit waren gegeben die Wassermenge $Q = 2,74$ cbm bei einem Gefälle von $H = 87$ m. Was für Turbinen waren hierfür am günstigsten?

1. Man stellt auf der Vorderseite des Schiebers über $Q = 2740$ das $H = 87$ und findet, daß man bei Tourenzahlen n über 300 noch Francisturbinen bekommt. Bei $n = 500$, was wirklich zur Ausführung kam, zeigt der Schieber für eine Einrad-Francisturbine (Linie mit der Bezeichnung „Ein Laufrad“): $\eta = 82\%$. (Die Versuchsmessung an der neuen, von Escher-Wyß in Zürich erbauten Turbine ergab sogar $83,5\%$).

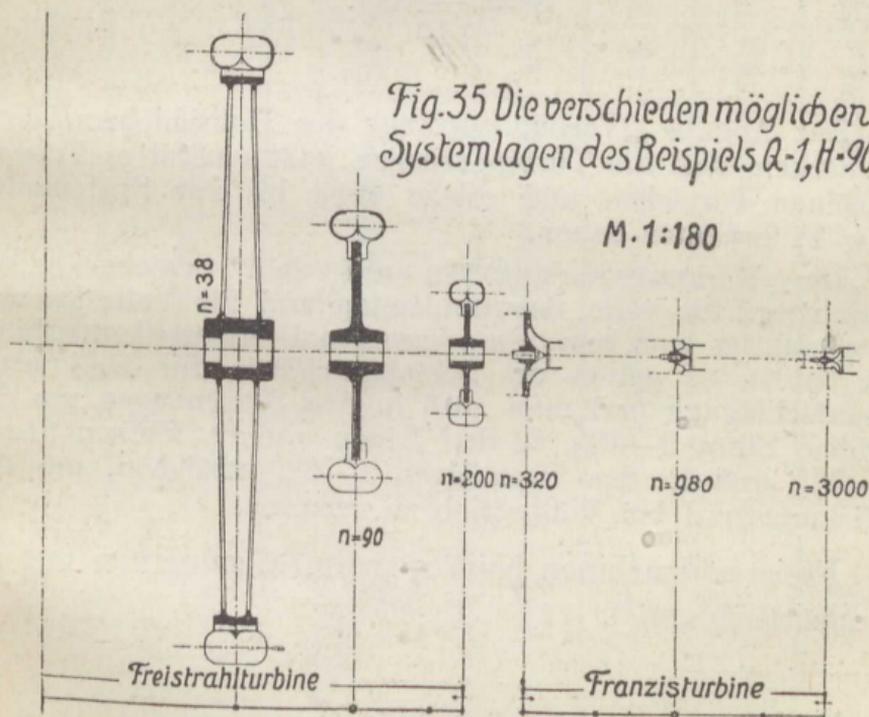
2. Stellt man weiter über 87, auf Skala Q genommen, das $n = 500$ ein, und geht im kleinen Hilfsbildchen bei $\eta = 82\%$ links von dem großen Mittelstern senkrecht hoch, so findet man einen Laufraddurchmesser von $D = 1$ m.

Mit den bisherigen Daten ist nun ein klares Bild von Art und Größe der Turbine und damit indirekt auch von der ganzen Kraftstation gegeben.

¹⁾ Näheres siehe in der „Anleitung“ von Holl, 2. Auflage, Oldenbourg, München 1910, sowie bei Rümelin, Haupttypen der Wasserkraftstationen, von Zahn & Jaensch, Dresden 1913.

Die Zahl, welche bei der ersten dieser beiden Manipulationen über n auf der Skala D steht, ist die sog. Systemziffer oder Charakteristik der Turbine. Wie die Teilung D auf dem Schieber ausweist, kommen Systemziffern von 0,40—22,50 beim Freistrahlsystem und von 12,00—290,5 beim Francissystem vor. Welche verschiedenen Systemlagen für ein und dieselben Konstituenten $Q = 1$ cbm oder, was dasselbe, 1000 Sekundenlitern, und $H = 90$ m bei verschiedenen Tourenzahlen sich ergeben, ist aus Fig. 35¹⁾ zu ersehen. (Man sieht aus dieser Darstellung unter anderem auch, daß die Freistrahlturbine relativ großen Materialaufwand bedingt, vgl. WA I, § 5.)

¹⁾ Aus Holls „Anleitung“, 2. Aufl., S. 94.



Die vom Hollschieber angewendete Charakteristik lautet:

$$(44) \quad S = \frac{n \sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}};$$

sie ist, weil nur aus den gegebenen Größen Q , H und n (Tourenzahl) bestehend, einfacher als die vielfach übliche Charakteristik

$$S_1 = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{\sqrt{H}}};$$

denn es braucht nicht erst der Wert N ausgerechnet zu werden. Übrigens ist

$$(45) \quad S = \frac{1}{\sqrt{10}} S_1.$$

Zur Angabe „Verbundturbine“ des Hollschiebers ist zu bemerken, daß die Turbinenfirmer jetzt einstufige Francis-turbinen vorziehen und solche etwa bis zur Systemziffer $S = 14$ herunter bauen.

Die Wirkungsgradangaben auf dem Schieber gelten durchwegs für volle Beaufschlagung und für Vollastbauart. Beabsichtigt man beim Francis-system Dreiviertellastturbinen zu bauen, so gelten die Schieberangaben für Dreiviertelbeaufschlagung und man muß in den Systemlagen um den großen Stern 3—4%, in den Lagen um die kleinen Sterne 2—3% und in den Grenzlagen 1—2% abziehen, um den Wirkungsgrad bei Vollbetrieb zu erhalten.

Freistrahlturbinen baut man im allgemeinen nur als Vollastturbinen¹⁾.

¹⁾ Siehe Holl, „Anleitung“, S. 64ff.

Tab. 21. Beziehung zwischen Tourenzahl, Periode und Polzahl.

$$\left(\text{Tourenzahl } n = 60 \frac{\text{sekundl. Periode}}{\text{halbe Polzahl}} \right)$$

Gesamte Polzahl des Generators =	2	4	6	8	10	12	14	16	20	24	28	32	36	40	48	56	64	72	80
Sekundliche Periodenzahl = 60	3600	1800	1200	900	720	600	514,3	450	360	300	257,1	225	200	180	150	128,6	112,5	100	90
= 50	3000	1500	1000	750	600	500	428,6	375	300	250	214,3	187,5	166,7	150	125	107,1	93,7	83,3	75
= 42	2520	1260	840	630	504	420	360	315	252	210	180	157,5	140	126	105	90	78,7	70	63
= 25	1500	750	500	375	300	250	214,3	187,5	150	125	107,1	93,7	83,3	75	62,5	53,5	46,8	41,6	37,5
= 15	900	450	300	225	180	150	128,6	112,5	90	75	64,3	56,3	50	45	37,5	32,1	28,1	25	22,5

Zusatz.

Elektrische Fernleitung der Kraft.

Der Kupferquerschnitt von Fernleitungen ergibt sich rasch nach den Formeln:

$$(46) \quad \text{a) bei Gleichstrom} \quad q = \frac{J \cdot L}{30 V},$$

$$(47) \quad \text{b) bei Drehstrom} \quad q = \frac{J^2 \cdot L}{20 V'},$$

worin bedeuten:

q Leitungsquerschnitt in qmm, J Ampere, L Entfernung in m, V Verlust in Volt (gewöhnlich zu 10% angenommen), V' Verlust in Watt.

Bei Drehstrom ist

$$(48) \quad J = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot E},$$

wobei $W =$ Watt, $E =$ Volt und $\cos \varphi$ den Betrag der sog. Phasenverschiebung (bei Licht $\cos \varphi = 1$, bei Kraft $\cos \varphi = 0,85$ i. M.) darstellen. Die Spannung in einer Drahtleitung pflegt man entweder für -5° C und Eisbelastung (15 g pro 100 □) oder für -20° C allein zu berechnen. Zulässig für Hartkupfer 8—12 kg/qcm (ausnahmsweise, wenn die Streckgrenze über 32 liegt, 16 kg/qcm). Bis zu 35 □ Querschnitt nimmt man gewöhnlich massiven Kupferdraht, darüber hinaus verseilte Leitung.

Bei besonderen Verhältnissen, großen fortzuleitenden Energiemengen, hohen Spannungen und weiten Entfernungen empfiehlt es sich stets, eine Spezialfirma zu befragen.

Tab. 22. Drahtgewichte.

6	10	16	25	35	50	70	95 □
53	89	142	222	311	445	623	846 g/m

Nachwort über die Rechnungsschärfe beim Entwerfen.

Die Probleme, welche sich beim Projektieren von Wasserkraftanlagen bieten, sind keineswegs einfach. Unsere Darstellung ist bemüht, überall den leichtesten Weg zu zeigen.

Die statische Untersuchung einer Wehrmauer, Talsperre, Stützmauer usw. kann bekanntlich graphisch oder analytisch durchgeführt werden; wird, wie beim Entwerfen, die statisch beste Form des Querschnitts erst gesucht, so ist das graphische Verfahren vorzuziehen, während analytisch man rascher zum Ziel kommt, wenn es bei einem gegebenen Querschnitt gilt, z. B. die Kantenpressungen in irgend einer Fuge zu berechnen.

Bei Wasserkraftanlagen sind aber nicht nur statische, sondern in erster Linie hydraulische Berechnungen durchzuführen und für deren Mehrzahl muß man analytisch rechnen. Es ist dann notwendig, mit möglichst einfachen Formeln und Rechnungshilfsmitteln vorzugehen. Für die Ausrechnung genügt in den meisten praktischen Fällen der Rechenschieber. Das Rechenschieberverfahren hat den Vorzug, daß es Kopf und Zeit spart. Man sieht die verschiedenen Möglichkeiten gleichsam bildlich vor sich, zwischen denen man nur seine Auswahl zu treffen hat. Die Rechnungen in diesem Bändchen sind durchweg mit dem gewöhnlichen Rechenschieber von 25 cm Länge ausgeführt, was der Genauigkeit von drei- bis vierstelligen Logarithmen entspricht. Braucht man größere Genauigkeit, so ist z. B. der Einskala-Rechenschieber von Dr. Frank in 50 cm Länge brauchbar. Gute Dienste leisten ferner die Spezialschieber, nämlich der schon genannte Turbinenrechenschieber

und der fluß- und kanalbautechnische Rechenschieber von Kaumann¹⁾).

Fast nie existiert beim Entwerfen bloß eine einzige gleich in die Augen springende Patentlösung, meist müssen mehrere sich bietende Möglichkeiten aufgesucht und gegeneinander abgewogen werden. Für dieses skizzierende Projektieren wäre die Aufwendung eines großen mathematischen Apparates ein Fehler, weil dadurch der prüfende Blick nur verwirrt würde. Handelt es sich dagegen um genaue Untersuchungen an bereits feststehenden Abmessungen, an ausgeführten Anlagen usw., dann steht natürlich der Anwendung genauer Formeln und der Ausrechnung mit vielstelligen Logarithmen nichts im Wege. Aber: der Mangel an mathematischer Bildung gibt sich durch nichts so auffallend zu erkennen, wie durch maßlose Schärfe im Zahlenrechnen (G. Hagen, Wasserbaukunst III).

¹⁾ 3. Auflage, Wichmann, Berlin 1912.



Sachregister.

- Abfassung der Vertragsbedingungen 17.
Abflußkoeffizienten 33.
Abwasserkraftanlagen 24.
Algen 53.
Amortisation 74.
Amtliche Sachverständige 16.
Anerkennungsgebühr 76.
Auffinden der Wasserkräfte 22.
Aufgebotsverfahren 14.
Augst-Wyhlen, W.-A. 110.
Ausbauwert 63.
Ausfluß aus freien Öffnungen 93.
Ausgleichsbecken 24.
Ausnutzungsfaktor 69.
Ausrüstungsteile von Druckrohrleitungen 102.
Äußerer Wirkungsgrad 58.
Axialverankerungen 101.
Bauherr 7, 12.
Bauleitung 12.
Baumessungen 15.
Bauwürdigkeit 62.
Bedienung einer W.-A. 71, 77.
Begradigung der Mühlbäche 24.
Berechnung des Aufstaus 38.
Berechnung des Rückstaus 40.
Beschluß der Konzessionserteilung 14.
Betriebskosten 69, 71, 73.
Bohlenstärke 103.
Brahm 43.
Bruttogefälle 47, 50.
Charakteristik des Abflusses 31.
Charakteristik der Wasserturbinen 114.
Charakteristische Jahreswasserstände 27.
Chézysche Gleichung 43 ff.
Dampfzentralen, Anlagekosten von 73.
Detailprojekt 12.
Dienenbelag 96.
Drahtgewichte 116.
Drehstrom 114, 116.
Druckrohrleitungen 56, 98.
Drucksteigerung, maximale 99.
Durchschnittswasserstand 28.
Eingaben an die Staatsverwaltungsbehörde 12.
Einsprüche beim Aufgebotsverfahren 14.
Eiserne Schützenträger, Höhenlage 104.
Elektrische Leitungen 116.
Erneuerungsrücklagen 70, 75.
Ertragsberechnungen 68.
Erzeugungsgefälle 47.
Feinrechen 108.
Fensterüberlauf 87.
Fernleitung, elektrische 116.
Finanzierung 11.
Freihängen, das, der Freistrahlturbinen 60 f.
Gefälleberechnung für Normalwasser 51.
Gefälleverlust beim Durchtritt durch Rechen 60.
Gefälleverlust beim Durchtritt durch Schützen 60.
Geldbeschaffung für ein Wasserkraftunternehmen 11.
Generelles Projekt 7, 10.
Gleichstrom 116.
Gregotti (Mortara) 86.
Grenzwerte für Wasserfernleitungsanlagen 23.
Grobrechen 108.
Grundeis 53.
Grundwasser 6.
Grundwasserkraftanlagen 24.
Hagen 118.
Haller 92.
Heberüberlauf 86.
Heyn (Stettin) 86.
Holl, Turbinenrechen-schieber 111.
Hölzerne Schützen 55.
Innerer Wirkungsgrad einer W.-A. 58.
Intervallrechnung 91.
Jahresregenhöhe 32.
Klagenfurt, W.-A. 77.
Klärbecken 55.
Kondominanten am Wasserrecht 71.
Konstituenten der Kraftstation 26, 27.
Konstituenten der Kraftstufe 26.
Konsumtionskurve 31.
Konzessioniertes Gefälle 37.
Korrektionsprofil eines oberbayrischen Gebirgsflusses 41.
Kostenwert einer Jahres-PS an der Turbinenwelle 65.

Kraftleistung zum Anheben der Schütztafel 106.
Kreisprofil 55.
Kreisprofile verschiedener Füllung 68.
Krümmen einer Rohrleitung 60f.
Kubel, W.-A. 112.
Kuttersche Formel 43, 45.
Kutter und Ganguillet 45.
La Brillane-Villeneuve, W.-A. 77.
Länge der schiefen Böschung 43.
Längenprofil des Flusses 41.
Lokaltermin 14.
Mayr, Max 88.
Monopolisierung der Wasserkräfte 6.
Motorleistung, notwendige 107.
Nettogefälle, Nutzgefälle 50, 59.
Normalisierung der Werke an einem Fluß 15.
Nutzwert einer W.-A. 63.
Öffentliche Gewässer 5.
Pegelcharakteristik 31.
Pegelstandsdiagramm eines Alpenflusses 29.
Pegeleränderlichkeit 31.
Perioden des Wechselstroms 115.
Personal einer W.-A. 78.
Phasenverschiebung 116.
Polzahlen 115.
Portlandzementputz mit Drahtgeflechtseinlage 96.
Pražil 92.
Pressel 90.
Profilberechnung 42.
Profilwahl 53.
Projektierungsbureau 7, 12.
Punktweise Berechnung der Spiegelkurve 59.

Q 355 68.
Radialverankerungen 101.
Rauhigkeitsziffern m und n in der Kutterschen Gleichung 46.
Rechen 55.
Rechenanlagen 108.
Rechnungsschärfe beim Entwerfen von W.-A. 117.
Regeln über Ausbaukoosten von W.-A. 66.
Regenmesser 32.
Regiebau 16.
Rekognitionsgebühr 76.
Relativ günstigstes Kanalprofil 53, 67.
Ringefälle 47.
Risikorücklage 72, 76.
Rohgefälle der Kraftstufe 37.
Rohre 102.
Schiedsgerichtsverfahren 21.
Schmier- und Putzmaterial 71.
Schmitthener 92.
Selbstwirkende Überläufe 79.
Sicherheitsleistung 21.
Sohlgefälle eines Werkanals 58.
Sperrenhaushalt 35.
Spiegelgefälle in einem Oberwasserkanal 58.
Spielraum im Projekt 13.
Staatshoheit über die Wasserkraftanlage 7.
Stationsgefälle 47.
Stau des Normalwassers 59. 
Stauberechnungen an der Wasserentnahme 37.
Steuern und Versicherungen 71.
Sturzbetten, Berechnung von 95.
Tagfahrt 14.
Teilung eines Zahnrads 105.

Tekturen 16.
Tilgung 70, 74.
Toleranz 85.
Tourenschwankungen 100.
Tourenzahlen 115.
Trapezprofile 43.
Turbinengefälle 59.
Turbinenkonstituenten 26, 112.
Übereich 83.
Übereichlänge 85.
Unbediente Anlagen 78.
Unterhaltung einer W.-A. 71, 77.
Unterwasserkanaltiefe 57.
Verbundturbine 114.
Verdingung 13, 16.
Vereinfachte Kuttersche Gleichung 45.
Vergleichswasserstände 26.
Veröffentlichungen an ausgeführten W.-A. 16.
Vertragsmuster 18.
Verzinsung des Anlagekapitals 70, 74.
Wasserbücher 16.
Wasserhaushalt eines Flusses 26.
Wasserkraftkonstituenten 25.
Wassernutzung 7, 8.
Wasserpolizei 7.
Wasserrecht 8.
Wasserrückgabestelle 41.
Wasserschloßprobleme 88.
Wasserspense 34.
Wasserstandsdauerlinien 29.
Werkwassermenge 28.
Wirtschaftlicher Rohrdurchmesser 57.
Wirtschaftliches Maximum 64.
Wirtschaftlichkeitsberechnungen 62.
Zwangsentzeignung an W.-A. 15.

J. G. Landes, München

Maschinen- und Kesselfabrik
Eisen- und Metallgießerei

Spezialität:

Schleusen für Wehranlagen

Einlaß- und Leerschuß-
Schützen für Turbinen-
anlagen für Hand- und
elektrischen Betrieb bis zu
den größten Ausführungen

Francis-Turbinen

modernste Bauart, höchste
Nutzeffekte, Regulatoren

Komplette Pumpwerksanlagen mit Turbinenbetrieb

Langjährige Erfahrungen, beste Referenzen

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 Haselhoff, 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. Wjgodzinski 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 Kriese in Leopoldshall-Stafffurt. Nr. 304.

— **Untersuchungsmethoden** von Prof. Dr. Emil Haselhoff, Vorsteher der landwirtschaftl. Versuchsstation in Marburg in Hessen. Nr. 470.

Akkumulatoren, Die, für Elektrizität v. Kais. Reg.-Rat Dr.-Ing. Richard Albrecht in Berlin-Zehlendorf. Mit 52 Figuren. Nr. 620.

Akustik. Theoret. Physik I: Mechanik u. Akustik. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an d. Techn. Hochschule in Wien. Mit 19 Abb. Nr. 76.

— **Musikalische,** von Professor Dr. Karl v. Schäfer in Berlin. Mit 36 Abbild. Nr. 21.

Algebra. Arithmetik und Algebra von Dr. S. 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 Löhr, 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. Junker, Rektor des Realgymnasiums u. der Oberrealschule in Göppingen. Mit 68 Figuren. Nr. 87.

— **Repetitorium und Aufgabensammlung zur Differentialrechnung** von Dr. Frdr. Junker, Rektor d. Realgymnas. u. d. Oberrealsch. in Göppingen. Mit 46 Fig. Nr. 146.

- Analysis, Höhere, II: Integralrechnung.** Von Dr. Friedr. Junter, Rektor des Realgymnasiums u. d. Oberrealschule in Göppingen. Mit 89 Figuren. Nr. 88
- **Repetitorium und Aufgabensammlung zur Integralrechnung** v. Dr. Friedr. Junter, Rekt. d. Realgymnas. und der Oberrealschule in Göppingen. Mit 50 Fig. Nr. 147.
- **Kiedere**, von Prof. Dr. Benedikt Eporer 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. M. 28 Abb. im Text u. 40 Tafeln. Nr. 538/40.
- Arithmetik u. Algebra** von Dr. Herm. Schubert, Prof. a. d. Gelehrten-schule des Johanneums in Ham-burg. Nr. 47.
- **Beispielsammlung zur Arith-metik und Algebra** von Dr. Herm. Schubert, Prof. a. d. Gelehrten-schule des Johanneums in Ham-burg. Nr. 48.
- Armeeyerd, Das**, und die Versorgung der modernen Heere mit Pferden v. Felix von Dammig, General der Kavallerie z. D. u. ehemal. Preuß. Remontainspekteur. 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 Zusam-mensetzung, Wirkung und Anwen-dung 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. Größe, Bewegung u. Ent-fernung 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. S. Lubendorff in Potsdam. Mit 15 Abbild. Nr. 91.
- Atherische Ole und Nierstoffe** von Dr. F. Kochussen in Wittiz. Mit 9 Abbildungen. Nr. 446.
- Auffakentwürfe** v. Oberstudienrat Dr. L. W. Straub, Rektor des Eberhard-Ludwigs-Gymnas. i. Stuttg. Nr. 17.
- Ausgleichsrechnung nach der Metho-de der kleinsten Quadrate** von Wilh. Weitbrecht, Prof. der Geo-däsie in Stuttgart. 2 Bändchen. Mit 16 Figuren. Nr. 302 u. 641.
- Außereuropäische Erdteile, Länder-kunde** der, von Dr. Franz Heiderich, Professor an der Exportakademie in Wien. Mit 11 Textkärtchen und Profilen. Nr. 63.
- Australien. Landeskunde u. Wirt-schaftsgeographie des Festlandes** Australiens von Dr. Kurt Hassert, Prof. d. Geographie an d. Handels-hochschule in Köln. Mit 8 Abb., 6 graph. Tab. u. 1 Karte. Nr. 319.
- Autogenes Schweiß- und Schneid-verfahren** von Fngen. Hans Niese in Kiel. Mit 30 Figuren. Nr. 499.
- Bade- u. Schwimmanstalten, Öffent-liche**, v. Dr. Karl Wolff, Stadtober-baur., Hannover. M. 50 Fig. Nr. 380.
- Baden. Badische Geschichte** von Dr. Karl Brunner, Prof. am Gymnas. in Pforzheim u. Privatdozent der Geschichte an der Technischen Hoch-schule in Karlsruhe. Nr. 230.
- **Landeskunde von Baden** von Prof. Dr. D. Rienitz i. Karlsruhe. Mit Profil, Abb. u. 1 Karte. Nr. 199.
- Bahnhöfe. Hochbauten der Bahnhöfe** v. Eisenbahnbauinspekt. C. Schwab, Vorstand d. Kgl. E.-Hochbauinspek-tion Stuttgart II. I: Empfangsgebäude. Nebengebäude. Güterschuppen. Lokomotivschuppen. Mit 91 Ab-bildungen. Nr. 515.
- Balkanstaaten. Geschichte d. christ-lichen Balkanstaaten** (Bulgarien, Serbien, Rumänien, Montenegro, Griechenland) von Dr. R. 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 Bitterlein, 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. H. Haberstroh, Oberl. a. d. Herzogl. Baugewerkschule 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. Dampfkrantanlagen. Verschied. Kraftmaschinen. M. 27 Abb. Nr. 224.**
- II: Gas-, Wasser- u. Windkrantanlagen. M. 31 Abb. Nr. 225.
- III: Elektromotoren. Betriebsstoffentabellen. Graph. Darstell. Wahl d. Betriebskraft. M. 27 Abb. Nr. 474.
- Bewegungsspiele v. Dr. E. 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 Priesfeld. Mit 28 Fig. Nr. 186.
- Blütenpflanzen, Das System der, mit Anschluß der Gymnospermen von Dr. R. Pilger, Kustos am Kgl. Botanischen Garten in Berlin-Dahlem. Mit 31 Figuren. Nr. 393.**
- Bodenkunde von Dr. P. Bageler in Königsberg i. Pr. Nr. 455.**
- Bolivia.** Die Cordillerenstaaten von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. I: Einleitung, Bolivia u. Peru. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 652.
- Brandenburg.** Preussische Geschichte von Prof. Dr. M. Thamm, Dir. des Kaiser Wilhelms-Gymnasiums in Montabaur. Nr. 600.
- Brasilien.** Landeskunde der Republik Brasilien von Bel Rodolpho von Ihering. 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. Handelslehranst. 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 Rempten. 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: Alphabetische Verbindungen. 2 Teile. Nr. 191. 192.
- **III: Karbochklische Verbindungen.** Nr. 193.
- **IV: Heterochklische Verbindungen.** Nr. 194
- **Organische**, von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 38.
- **Pharmazeutische**, von Privatdozent Dr. E. 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.** M. 1 Tafel. Nr. 241.
- **Toxikologische**, von Privatdozent Dr. E. Mannheim in Bonn. Mit 6 Abbildungen. Nr. 465.
- Chemische Industrie, Anorganische**, von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. I: Die Leblanchindustrie und ihre Nebenzweige. Mit 12 Tafeln. Nr. 205.
- **II: Salinentwesen, Kalisalze, Düngerindustrie u. Verwandtes.** Mit 6 Tafeln. Nr. 206.
- **III: Anorganische chemische Präparate.** M. 6 Taf. Nr. 207.
- Chemische Technologie, Allgemeine**, von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.
- Chemisch-Technische Analyse** von Dr. G. Lunge, Prof. an der Eidgen. Polytechnischen Schule in Zürich. Mit 16 Abbild. Nr. 195.
- 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.
- Dampfessel, 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 Dampfessel.** M. 57 Fig. Nr. 521.
- Dampfmaschinen, Die.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedr. Barth, Obergeringenieur in Nürnberg. 2 Bdchn. I: Wärmethoretische 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. b. 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. Cierds, Revisor gewerbll. Fortbildungsschulen in Schleswig. Nr. 392.
- Deutsches Fremdwörterbuch** von Dr. Rub. Meinpaul in Leipzig. Nr. 273.
- Deutsche Geschichte** von Dr. F. Kurze, Prof. a. Pfl. Luisengymnas. in Berlin. I: Mittelalter (bis 1519) Nr. 33.
- II: Zeitalter der Reformation und der Religionskriege (1517 bis 1648). Nr. 34.
- III: Vom Westfälischen Frieden bis zur Auflösung des alten Reichs (1648—1806). Nr. 35.
- siehe auch: Quellenkunde
- Deutsche Grammatik** und kurze Geschichte der deutschen Sprache von Schulrat Prof. Dr. D. Lyon in Dresden. Nr. 20.
- Deutsche Handelskorrespondenz** von Prof. Th. de Beauz, Officier de l'Instruction Publique. Nr. 182.
- Deutsches Handelsrecht** von Dr. Karl Lehmann, Prof. an der Universität Göttingen. 2 Bde. Nr. 457 u. 458.
- Deutsche Helden Sage**, 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. Ebler von Hoffmann, Studien- direktor der Akademie für kominunale 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 Südsseegebiet und Kiautschou von Prof. Dr. R. Dove. Mit 16 Tafeln u. 1 lith. Karte. Nr. 520.
- III: Ostafrika von Prof. Dr. R. Dove. Mit 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 567.
- IV: Südwestafrika von Prof. Dr. R. Dove. Mit 16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 637.
- Deutsche Kulturgeschichte** von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.
- Deutsches Leben** im 12. u. 13. Jahrhundert. Realkommentar zu den Volks- u. Kunstepen u. zum Minne- sang. Von Prof. Dr. Jul. Dieffen- bacher in Freiburg i. B. I: Öffent- liches Leben. Mit zahlreichen Ab- bildungen. Nr. 93.
- II: Privatleben. Mit zahl- reichen Abbildungen. Nr. 328.
- Deutsche Literatur des 13. Jahrhun- derts**. Die Epigonen d. höfischen Epos. Auswahl a. deutschen Dich- tungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junt, Aktuarius der Kaiserlichen Akademie der Wissen- schaften in Wien. Nr. 289.
- Deutsche Literaturdenkmäler des 14. u. 15. Jahrhunderts**. Ausgewählt und erläutert von Dr. Hermann Janzen, 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, Ober- lehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.
- II: Hans Sachs. Ausgewählt u. erläut. v. Prof. Dr. J. Sahr. Nr. 24.
- III: Von Brant bis Rollen- hagen: Brant, Gutten, Fischart, sowie Tierepos u. Fabel. Ausgew. u. erläut. von Prof. Dr. Julius Sahr. Nr. 36.
- des 17. und 18. Jahrhunderts bis Klopstock. I: Lyril 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 Weitzbrecht, durchgesehen u. ergänzt v. Karl Berger. Nr. 161.
- des 19. Jahrhunderts von Carl Weitzbrecht, neu bearbeitet von Dr. Rich. Weitzbrecht 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. Vorinski, Prof. a. d. Univ. München. Nr. 40.
- Deutsche Rechtsgeschichte v. Dr. Richard Schröder, Prof. a. d. Univers. Heidelberg. I: Bis z. Mittelalter. Nr. 621.
— II: Die Neuzeit. Nr. 664.
- Deutsche Redelehre von Hans Probst, Gymnasialprof. i. Bamberg. Nr. 61.
- Deutsche Schule, Die, im Auslande von Hans Amrhein, Seminaroberlehrer in Rheydt. Nr. 259.
- Deutsches Seerecht v. Dr. Otto Brandis, Oberlandesgerichtsrat in Hamburg. I: Allgem. Lehren: Personen u. Sachen d. Seerechts. Nr. 386.
— II: Die einz. seerechtl. Schulverhältnisse: Verträge des Seerechts u. außervertragliche Haftung. Nr. 387.
- Deutsche Stadt, Die, und ihre Verwaltung. Eine Einführung i. d. Kommunalpolitik d. Gegenw. Herausgeg. v. Dr. Otto Most, Beigeordn. d. Stadt Düsseldorf. I: Verfassung u. Verwaltung im allgemeinen; Finanzen und Steuern; Bildungs- und Kunstpflege; Gesundheitspflege. Nr. 617.
— II: Wirtschafts- u. Sozialpolitik. Nr. 662.
— III: Technik: Städtebau, Tief- u. Hochbau. Mit 48 Abb. Nr. 663.
- 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 Luckau. 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 Loewe. 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.
- Dietriehpen. Rudrun und Dietriehpen. Mit Einleitung u. Wörterbuch von Dr. D. L. Firiczek, 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. Dorstewitz 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.
- Eddalieder mit Grammatik, Übersetzg. u. Erläuterungen von Dr. Wilhelm Ranisch, Gymnasialoberlehrer in Osnabrück. Nr. 171.
- Eisenbahnbau. Die Entwicklung des modernen Eisenbahnbaues v. Dipl. Ing. Alfred Birk, o. ö. Prof. a. d. k. k. Deutschen Techn. Hochschule in Prag. Mit 27 Abbild. Nr. 553.
- Eisenbahnbetrieb, Der, v. E. Scheibner, Königl. Oberbaurat a. D. in Berlin. Mit 3 Abbildgn. Nr. 676.

- Eisenbahnen, Die Linienführung der,** von H. Wegele, Professor an der Techn. Hochschule in Darmstadt. Mit 52 Abbildungen. Nr. 623.
- Eisenbahnfahrzeuge** von H. Hinnenthal, Regierungsbaumeister u. Oberingen. in Hannover. I: Die Lokomotiven. Mit 89 Abbild. im Text und 2 Tafeln. Nr. 107.
- II: Die Eisenbahnwagen und Bremsen. Mit Anh.: Die Eisenbahnfahrzeuge im Betrieb. Mit 56 Abb. im Text u. 3 Taf. Nr. 108.
- Eisenbahnpolitik. Geschichte d. deutschen Eisenbahnpolitik v. Betriebsinspektor Dr. Edwin 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. K. W. Sch. echterle in Stuttgart. Mit 104 Abbildungen. Nr. 627.
- Eisenhüttenkunde** von A. Krauß, dipl. Hütteningenieur. I: Das Roheisen. Mit 17 Fig. u. 4 Taf. Nr. 152.
- II: Das Schmiedeeisen. Nr. 25 Fig. u. 5 Taf. Nr. 153.
- Eisenkonstruktionen im Hochbau** von Ingen. Karl Schindler in Meissen. Mit 115 Figuren. Nr. 322.
- Eiszeitalter, Das, v. Dr. Emil 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- u. Gewerkschule Stuttgart und Privatdozent a. d. Techn. Hochschule Stuttgart. Mit 60 Abbild. Nr. 519.
- Elektrischen Meßinstrumente, Die,** von J. Herrmann, Prof. an der Techn. Hochschule in Stuttgart. Mit 195 Figuren. Nr. 477.
- Elektrische Telegraphie, Die,** von Dr. Lud. Reßstab. 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. Heinrich Danneel in Genf. I: Theoretische Elektrochemie u. ihre physikalisch-chemischen Grundlagen. Mit 16 Fig. Nr. 252.
- II: Experiment. Elektrochemie, Meßmethoden, Leitfähigkeit, Lösungen. Mit 26 Fig. Nr. 253.
- Elektromagnet. Lichttheorie. Theoret. Physik IV: Elektromagnet. Lichttheorie u. Elektronik** von Professor Dr. Gust. Jäger in Wien. Mit 21 Figuren. Nr. 374.
- Elektrometallurgie** von Dr. Friedrich Regelsberger, Kaiserl. Reg.-Rat in Steglitz-Berlin. Nr. 16 Fig. Nr. 110.
- Elektrotechnik. Einführung in die Starkstromtechnik** v. J. Herrmann, Prof. d. Elektrotechnik an der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I: Die physikalischen Grundlagen. Mit 95 Fig. u. 16 Taf. Nr. 196.
- II: Die Gleichstromtechnik. Mit 118 Fig. und 16 Taf. Nr. 197.
- III: Die Wechselstromtechnik. Mit 154 Fig. u. 16 Taf. Nr. 198.
- IV: Die Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie. Mit 96 Figuren u. 16 Tafeln. Nr. 657.
- Elektrotechnik. Die Materialien des Maschinenbaues und der Elektrotechnik** von Ingenieur Prof. Hermann Wilda in Bremen. Mit 3 Abbildgn. Nr. 476.
- Elfaß-Lothringen, Landeskunde** von, v. Prof. Dr. R. Langenbed in Straßburg i. E. Mit 11 Abbild. u. 1 Karte. Nr. 215.
- Englisch-deutsches Gesprächsbuch** von Prof. Dr. E. Hausnecht in Lausanne. Nr. 424.
- Englische Geschichte** v. Prof. L. Gerber, Oberlehrer in Düsseldorf. Nr. 375.
- Englische Handelskorrespondenz** von E. C. Whitfield, M. A., Oberlehrer an King Edward VII Grammar School in King's Lynn. Nr. 237.
- Englische Literaturgeschichte** von Dr. Karl Weiser in Wien. Nr. 69.
- 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. C. 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.

Epigonen, Die, des hölischen Epös. Auswahl aus deutschen Dichtungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junf, Aktuarus d. Kaiserl. Acad. der Wissenschaften in Wien. Nr. 289.

Erbrecht. Recht des Bürgerl. Gesetzbuches. Fünftes Buch: Erbrecht von Dr. Wilhelm von Blume, ord. Prof. der Rechte an der Univ. Tübingen. I. Abteilung: Einleitung. — Die Grundlagen des Erbrechts. II. Abteilung: Die Nachlassbeteiligten. Mit 23 Figuren. Nr. 659/60.

Erbbau von Reg.-Baum. Erwin Lint in Stuttgart. Mit 72 Abbild. Nr. 630.

Erdmagnetismus, Erdstrom u. Polarlicht von Dr. A. Nippoldt, Mitglied des Königl. Preussischen Meteorologischen Instituts in Potsdam. Mit 7 Tafeln und 16 Figuren. Nr. 175.

Erdteile, Länderkunde der außereuropäischen, von Dr. Franz Heiderich, Prof. a. d. Exportakad. in Wien. Mit 11 Textkärtchen u. Profilen. Nr. 63.

Ernährung und Nahrungsmittel von Oberstabsarzt Professor S. Bischoff in Berlin. Mit 4 Abbild. Nr. 464.

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

Europa, Länderkunde von, von Dr. Franz Heiderich, Prof. a. d. Exportakademie in Wien. Mit 14 Textkärtchen u. Diagrammen u. einer Karte der Alpeneinteilung. Nr. 62.

Exkursionsflora von Deutschland zum Bestimmen d. häufigeren i. Deutschland wildwachsenden Pflanzen von Dr. W. Miquel, 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 Tise, Prof. a. d. Univ. Göttingen. Nr. 305.

Färberei. Textil-Industrie III: Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe von Dr. Wilhelm Massot, Prof. an der Preussischen höheren Fachschule f. Textilindustrie in Krefeld. Mit 28 Fig. Nr. 186.

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, Diplom-Ingenieur in Mannheim. Mit 42 Fig. Nr. 491.

Fette, Die, und Ole sowie die Seifen- u. Kerzenfabrikat. u. d. Harze, Lade, Firnisse m. ihren wicht. Hilfsstoffen von Dr. Karl Braun in Berlin. I: Einführung in die Chemie, Besprechung einiger Salze und der Fette und Ole. Nr. 335.

— II: Die Seifenfabrikation, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation. Mit 25 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. Gohle, Steglitz-Berlin. Mit 105 Abbild. Nr. 530.

Feuerwerkerei, Die, von Direktor Dr. Alfons Bujard, Vorstand des Städt. Chemischen Laboratoriums in Stuttgart. Mit 6 Fig. Nr. 634.

- Filzfabrikation. Textil-Industrie II:** Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation von Professor Max Gürtler, Geh. Regierungsr. im Kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Fig. Nr. 185.
- Finanzsysteme der Großmächte, Die,** (Internat. Staats- und Gemeinde-Finanzwesen) v. D. Schwarz, Geh. Oberfinanzrat in Berlin. 2 Bändchen. Nr. 450 und 451.
- Finanzwissenschaft von Präsident Dr. R. von der Borcht in Berlin. I:** Allgemeiner Teil. Nr. 148.
— **II:** Besonderer Teil (Steuerlehre). Nr. 391.
- Finnisch-ugrische Sprachwissenschaft** von Dr. Josef Szinyei, Prof. an der Universität Budapest. Nr. 463.
- Finnland. Landeskunde des Europäischen Rußlands nebst Finnlands** von Prof. Dr. A. Philippson in Halle a. S. Nr. 359.
- Firnisse. Harze, Lade, Firnisse** von Dr. Carl Braun in Berlin. (Fette und Ole III.) Nr. 337.
- Fische. Das Tierreich IV: Fische** von Prof. Dr. Max Kautner in Neapel. Mit 37 Abbild. Nr. 356.
- Fischerei und Fischzucht** von Dr. Carl Edstein, Prof. a. d. Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens. Nr. 159.
- Flechten, Die. Eine Übersicht unserer Kenntnisse** v. Prof. Dr. G. Lindau, Rustos a. Kgl. Botanisch. Museum, Privatdozent an d. Univerf. Berlin. Mit 55 Figuren. Nr. 683.
- Flora. Exkursionsflora von Deutschland** zum Bestimmen der häufigeren in Deutschland wildwachsenden Pflanzen v. Dr. W. Rigula, 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 betriebenen,** von A. Balthaser, Dipl.-Vergingenieur. Mit vielen Figuren. Nr. 678.
- Forensische Psychiatrie** von Professor Dr. W. Weygandt, Dir. d. Frennanstalt Friedrichsberg i. Hamburg. 2 Bändchen. Nr. 410 u. 411.
- Forstwissenschaft v. Dr. Ad. Schwappach,** Prof. a. d. Forstakad. Eberswalde, Abteil.-Dirig. b. d. Hauptstat. d. forstl. Versuchswesens. Nr. 106.
- Fortbildungsschulwesen, Das deutsche,** nach seiner geschichtl. Entwicklung u. i. sein. gegenwärt. Gestalt v. H. Sierds, Revisorgewerbl. Fortbildungsschulen in Schleswig. Nr. 392.
- Franken. Geschichte Frankens** v. Dr. Christ. Meher, Kgl. preuß. Staatsarchivar a. D., München. Nr. 434.
- Frankreich. Französische Geschichte** v. Dr. R. Sternfeld, Prof. an der Universität Berlin. Nr. 85.
- Frankreich. Landesl. v. Frankreich** v. Dr. Rich. Neufe, Direkt. d. Oberrealschule in Spandau. 1. Bändch. Nr. 23 Abb. im Text u. 16 Landschaftsbild. auf 16 Taf. Nr. 466.
— 2. Bändchen. Mit 15 Abb. im Text, 18 Landschaftsbild. auf 16 Tafeln u. 1 lithogr. Karte. Nr. 467.
- Französisch-deutsches Gesprächsbuch** von C. Francillon, Lektor am orientalisches Seminar u. an d. Handelshochschule in Berlin. Nr. 596.
- Französische Handelskorrespondenz** v. Prof. Th. de Beauz, Officier de l'Instruction Publique. Nr. 183.
- Französisches Lesebuch** mit Wörterverzeichnis von Cyprien Francillon, Lektor a. orient. Seminar u. a. d. Handelshochschule i. Berlin. Nr. 643.
- Fremdwort, Das, im Deutschen** v. Dr. Rud. Kleinpaul, Leipzig. Nr. 55.
- Fremdwörterbuch, Deutsches,** von Dr. Rud. Kleinpaul, Leipzig. Nr. 273.
- Fuge. Erläuterung u. Anleitung zur Komposition** derselben v. Prof. Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 418.
- Funktionentheorie** von Dr. Konrad Knopp, Privatdozent an der Universität Berlin. I: Grundlagen der allgemeinen Theorie der analyt. Funktionen. Mit 9 Fig. Nr. 668.
— **Einleitung in die,** (Theorie der komplexen Zahlenreihen) von Max Kose, Oberlehrer an der Goetheschule 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, Oberleutn. in der Versuchsbatt. d. Art.-Prüfungskomm. Nr. 35 Fig. Nr. 560.

- Gardinenfabrikation, Textilindustrie**
II: Weberei, Wirterei, Posamentiererei, Spitzen- u. Gardinenfabrikation u. Filzfabrikation von Prof. Max 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. Eduard Schmitt in Darmstadt. Mit 119 Abbildungen. Nr. 412.
- Gasfraktmaschinen, Die, v. Ing. Alfred Kirchke in Kiel. 2 Bändchen. Mit vielen Figuren. Nr. 316 u. 651.**
- Gasthäuser und Hotels** von Architekt Max Wöhler in Düsseldorf. **I: Die Bestandteile u. die Einrichtung des Gasthauses.** Mit 70 Fig. Nr. 525.
— II: Die verschiedenen Arten von Gasthäusern. Mit 82 Fig. Nr. 526.
- Gebirgsartillerie. Die Entwicklung der Gebirgsartillerie** von 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 Lindecke in Düsseldorf. Nr. 384.
- Geodäsie** von Prof. Dr. C. Reinherz in Hannover. Neubearbeitet von Dr. G. Förster, Observator a. Geodätisch. Inst. Potsdam. Nr. 68 Abb. Nr. 102.
— Vermessungskunde v. Diplom-Ing. B. 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 O. 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 O. Th. Bürklen, Professor am Kgl. Realgymnasium in Schwäb.-Gmünd. Mit 8 Fig. Nr. 309.
— Darstellende, von Dr. Robert Hausner, 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. Becker, Architekt u. Lehrer an der Bauerschule in Magdeburg, neu bearbeitet von Prof. J. Bonderlinn in Münster. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.
- Germanische Mythologie** von Dr. E. Mogk, Prof. a. d. Univ. Leipzig. Nr. 15.
- Germanische Sprachwissenschaft** von Dr. Rich. Loewe. Nr. 238.
- Gesangskunst. Technik der deutschen Gesangskunst** von Osk. Noë u. Dr. Hans Joachim Moser. Nr. 576.
- Geschäfts- und Warenhäuser** v. Hans Schliepmann, Königl. Baurat 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.
- Geschütze, Die modernen, der Fußartillerie** v. Mummehoff, Major u. Lehrer an d. Fußartillerie-Schießschule in Jüterbog. **I: Vom Auftreten d. gezogenen Geschütze bis zur Verwendung des rauchschwachen Pulvers 1850—1890.** Mit 50 Textbildern. Nr. 334.
— II: Die Entwicklung der heutigen Geschütze der Fußartillerie seit Einführung des rauchschwachen Pulvers 1890 bis zur Gegenwart. Mit 33 Textbildern. Nr. 362.

- Geschwindigkeitsregler der Kraftmaschinen, Die, v. Dr.-Ing. H. Kröner in Friedberg.** Mit 33 Fig. Nr. 604.
- Gesetzbuch, Bürgerliches, siehe: Recht des Bürgerlichen Gesetzbuches.**
- Gesundheitslehre. Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten v. E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe.** Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbild. u. 1 Tafel. Nr. 18.
- Gewerbehygiene von Dr. E. Roth in Potsdam.** Nr. 350.
- Gewerbewesen von Werner Sombart, Professor an der Handelshochschule Berlin.** I. II. Nr. 203, 204.
- Gewerbliche Arbeiterfrage, Die, von Werner Sombart, Prof. a. d. Handelshochschule Berlin.** Nr. 209.
- Gewerbliche Bauten. Industrielle und gewerbliche Bauten (Speicher, Lagerhäuser u. Fabriken) v. Architekt Heinr. Salzmann in Düsseldorf.** I: Allgemeines über Anlage und Konstruktion der industriellen und gewerblichen Bauten. Nr. 511.
— II: Speicher und Lagerhäuser. Mit 123 Figuren. Nr. 512.
- Gewichtswesen. Maß-, Münz- u. Gewichtswesen v. Dr. Aug. Blind, Prof. a. d. 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. Rinzbrunner in London.** Mit 81 Figuren. Nr. 257.
- Gletscherkunde v. Dr. Fritz Machačel in Wien.** Mit 5 Abbildungen im Text und 11 Tafeln. Nr. 154.
- Gotische Sprachdenkmäler mit Grammatik, Übersetzung u. Erläuterung v. Dr. Herm. Janzen, 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. R. Marold, Prof. am Kgl. Friedrichs-Kollegium z. Königsberg/Pr.** Nr. 22.
- Graphischen Künste, Die, von Carl Kampmann, l. k. Lehrer an der l. k. Graphischen Lehr- und Versuchsstalt in Wien.** Mit zahlreichen Abbildungen u. Beilagen. Nr. 75.
- Griechisch. Neugriechisch - deutsches Gesprächsbuch mit beiond. Berücksichtigung der Umgangssprache von Dr. Johannes Kalitsunakis, Doz. am Seminar für orient. Sprache in Berlin.** Nr. 587.
- Griechische Altertumskunde v. Prof. Dr. Rich. Maaič, neu bearbeitet v. Rektor Dr. Franz Pohlhammer.** Mit 9 Vollbildern. 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 Helbing 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. Krehschmar in Dresden.** Nr. 549.
- Handelspolitik, Auswärtige, von Dr. Heinr. Sieveling, 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 Rechtsanwalt Dr. jur. Bruno Springer in Leipzig (Kaufmänn. Rechtskunde. Bd. 2).** Nr. 545.

- Handelswesen, Das,** von Geh. Oberregierungsrat Dr. Wilh. Lexis, Professor an der Universität Göttingen. I: Das Handelspersonal und der Warenhandel. Nr. 296.
- II: Die Effektenbörse und die innere Handelspolitik. Nr. 297.
- Handfeuerwaffen, Die Entwicklung der,** seit der Mitte des 19. Jahrhunderts u. ihr heutiger Stand von G. Wzodek, Hauptmann u. Kompagniechef im Inf.-Reg. Freiherr Hiller von Gärtringen (4. Posenches) Nr. 59 i. Soldau. M. 21 Abb. Nr. 366.
- Harmonielehre** von A. Halm. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 120.
- Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Straßburg.** Auswahl aus d. höfischen Epos mit Anmerk. u. Wörterbuch von Dr. R. Marold, Prof. am Königl. Friedrichs-Kollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.
- Harze, Lade, Firnisse** von Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette und Ole III). Nr. 337.
- Hebezeuge, Die,** ihre Konstruktion u. Berechnung von Ing. Prof. Herm. Wilda, Bremen. Mit 399 Abb. Nr. 414.
- Heeresorganisation, Die Entwicklung der,** seit Einführung der stehenden Heere von Otto Neuschler, Hauptmann u. Batteriechef in Ulm. I: Geschichtl. Entwicklung bis zum Ausgange d. 19. Jahrh. Nr. 552.
- Heizung u. Lüftung** v. Ing. Johannes Körting in Düsseldorf. I: Das Wesen u. die Berechnung der Heizungs- u. Lüftungsanlagen. Mit 34 Figuren. Nr. 342.
- II: Die Ausführung der Heizungs- u. Lüftungsanlagen. Mit 191 Figuren. Nr. 343.
- Hessen.** Landeskunde des Großherzogtums Hessen, der Provinz Hessen-Nassau und des Fürstentums Waldeck v. Prof. Dr. Georg Greim in Darmstadt. Mit 13 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 376.
- Hieroglyphen** von Geh. Regier.-Rat Dr. Ab. Erman, Prof. an der Universität Berlin. Nr. 608.
- Hochspannungstechnik, Einführ. in die moderne,** von Dr.-Ing. R. Fischer in Hamburg-Bergeedorf. Mit 92 Fig. Nr. 609.
- Holz, Das.** Aufbau, Eigenschaften u. Verwendung v. Ing. Prof. Herm. Wilda in Bremen. Mit 33 Abb. Nr. 459.
- Hotels. Gasthäuser und Hotels** von Archit. Max Böhler 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.-Ing. in Stuttgart. Mit 44 Figuren. Nr. 397.
- Hygiene des Städtebaus, Die,** von Prof. S. Chr. Rußbaum in Hannover. Mit 30 Abb. Nr. 348.
- des Wohnungswesens, Die, von Prof. S. Chr. Rußbaum in Hannover. Mit 5 Abbild. Nr. 363.
- Iberische Halbinsel. Landeskunde der Iberischen Halbinsel** von Dr. Fritz Regel, Prof. a. d. Univ. Würzburg. M. 8 Rärtchen u. 8 Abb. im Text u. 1 Karte in Farbendruck. Nr. 235.
- Indische Religionsgeschichte** von Prof. Dr. Edmund Hardy. Nr. 83.
- Indogerman. Sprachwissenschaft** von Dr. R. Meringer, Professor an der Univ. Graz. M. 1 Tafel. Nr. 59.
- Industrielle u. gewerbliche Bauten** (Speicher, Lagerhäuser u. Fabriken) von Architekt Heinr. Salzmann in Düsseldorf. I: Allgemeines üb. Anlage u. Konstruktion d. industriellen u. gewerblichen Bauten. Nr. 511.
- II: Speicher und Lagerhäuser. Mit 123 Figuren. Nr. 512.
- 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. Z. 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. Junter, Rekt. d. Realgymnasiums u. der Oberrealschule in Göppingen. Mit 52 Figuren. Nr. 147.
- Israel. Geschichte Israels bis auf die griechische Zeit** von Lic. Dr. J. Benzinger. Nr. 231.
- Italienische Handelskorrespondenz** v. Prof. Alberto de Beauv, Oberlehrer am Königl. Institut S. S. Annunziata in Florenz. Nr. 219.
- Italienische Literaturgeschichte** von Dr. Karl Voßler, Professor an der Universität München. Nr. 125.
- Kalkulation, Die, im Maschinenbau** von Ingen. H. 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 Regierungsbaumeister 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. Truft** v. Dr. C. Tschierschky 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. Sengershoff, Prof. an der Forstakademie zu Tharandt. Mit 73 Figuren. Nr. 607.
- Kaufmännische Rechtskunde. I: Das Wechselwesen** v. Rechtsanw. Dr. Rud. Mothes in Leipzig. Nr. 103.
— II: Der Handelsstand v. Rechtsanw. Dr. jur. Bruno Springer, Leipzig. Nr. 545.
- Kaufmännisches Rechnen** von Prof. Richard Just, Oberlehrer a. d. Öffentl. Handelslehranstalt d. Dresdener 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. R. 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 (Biotklimatologie)** von Dr. Wilh. R. Eckardt, Assist. an der öffentl. Wetterdienststelle in Weilburg. Nr. 629.
- Klimafunde 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. H. Eder von Hoffmann, Studien-director d. Akademie für kommunale Verwaltung in Düsseldorf. Nr. 313.
- 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. M. viel. Notenbeispiel. Nr. 149, 150.
- Kontrapunkt.** Die Lehre von der selbständigen Stimmführung v. Steph. Krehl in Leipzig. Nr. 390.
- Koordinatensysteme** v. Paul V. 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. H. Seiler. Nr. 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 Dietrichheym.** Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. V. Jiriczek, Professor an der Universität Würzburg. Nr. 10.
- Kultur, Die, der Renaissance.** Gesittung, Forschung, Dichtung v. Dr. Robert F. Arnold, Professor an der Universität Wien. Nr. 189.
- Kulturgeschichte, Deutsche,** von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.
- Kurvendiskussion.** Algebraische Kurven von Eug. Deutel, Oberreallehrer in Baihingen-Enz. I: Kurvendiskussion. Mit 57 Fig. im Text. Nr. 435.
- Kurzschrift** siehe: Stenographie.
- Küstenartillerie.** Die Entwicklung der Schiffs- und Küstenartillerie bis zur Gegenwart v. Korvettenkapitän Hünig. Mit Abb. u. Tab. Nr. 606.
- Lade.** Garze, Lade, 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 N. 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 Karl Walther, Diplom.-Ing. in Mannheim. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildn. Nr. 407-409
- Lateinische Grammatik.** Grundriß der latein. Sprachlehre v. Prof. Dr. W. Votisch 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. Nr. 47 Abb. Nr. 77.
- Logarithmen.** Vierstellige Tafeln und Segentafeln für logarithmisches u. trigonometrisches Rechnen in zwei Farben zusammengestellt von Dr. Herm. Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Neue Ausgabe v. Dr. Robert Haubner, 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. Eshens. Mit 13 Figuren. Nr. 14.

Lokomotiven. Eisenbahnfahrzeuge von S. 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 Röhler, wissenschaftlichem Hilfsarbeiter am Königl. Preuß. Meteorologisch-Magnetischen Observatorium in Potsdam. Mit 18 Abb. Nr. 649.

Luftsalpeter. 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 Jng. Johannes Rörting in Düsseldorf. I: Das Wesen und die Berechnung d. Heizungs- u. Lüftungsanlagen. Mit 34 Fig. Nr. 342.

— II: Die Ausführung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 191 Figuren. Nr. 343.

Luther, Martin, und Thom. Murner. Ausgewählt und mit Einleitungen u. Anmerkungen versehen v. Prof. G. Werlit, 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. B. 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. Jng. S. Bethmann, Doz. a. Techn. Altenburg. Mit 63 Abb. Nr. 486.

— **Die Materialien des Maschinenbaues und der Elektrotechnik** von Ingenieur Prof. Hermann Wilda. Mit 3 Abbildungen. Nr. 476.

Maschinenelemente, Die. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium u. d. praktischen Gebrauch von Fr. Barth, Oberingen. in Nürnberg. Mit 86 Fig. Nr. 3.

Maschinenzeichnen, Praktisches, von Obering. Rich. Schiffner in Warmbrunn. I: Grundbegriffe, Einfache Maschinenteile bis zu den Kupplungen. Mit 60 Tafeln. Nr. 589.
— II: Lager, Riem- und Seilscheiben, Zahnräder, Kolbenpumpe. Mit 51 Tafeln. Nr. 590.

Maschanalyse von Dr. Otto Röhmi 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-Prüfungsamte 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 Oberghymnasium in Seitenstetten. Nr. 226.

- Mathematische Formelsammlung und Repetitorium der Mathematik**, enthaltend die wichtigsten Formeln u. Lehrsätze d. Arithmetik, Algebra, algebraischen Analysis, ebenen Geometrie, Stereometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie, math. Geographie, analyt. Geometrie der Ebene und des Raumes, der Differential- und Integralrechnung von D. Th. Bürklen, 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 Lithoanarchie. Nr. 487.
- Mecklenburgische Geschichte** von Oberlehrer Otto Witten in Neubrandenburg i. M. Nr. 610.
- Medizin, Geschichte der**, von Dr. med. et phil. Paul Diepjen, 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 C. 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. D. 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. Herm. 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 Bergtrat Dr. R. Brauns, Prof. an d. Univ. Bonn. Mit 132 Abbild. Nr. 29.
- Minnesang und Spruchdichtung.** Walther von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang und Spruchdichtung. Mit Anmerkungen u. einem Wörterb. von 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 Janzen, Dir. d. Königin Luise. Schule i. Königsberg i. Pr. Nr. 137.
- Mittelhochdeutsche Grammatik.** Der Ribelunge Nöt in Auswahl und mittelhochdeutsche Grammatik mit kurz. Wörterb. v. Dr. W. Goltzer, 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.

Mörtel. Die Industrie d. künstlichen Bausteine und des Mörtels von Dr. G. Rauter in Charlottenburg. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.

Mundarten, Die deutschen, von Prof. Dr. S. Reiz in Mainz. Nr. 605.

Mundarten, Plattdeutsche, von Dr. Hubert Grimme, Professor an der Univ. Münster i. W. Nr. 461.

Münzwesen. Maß-, Münz- und Gewichtswesen von Dr. Aug. Blind, Prof. a. d. Handelsschule in Köln. Nr. 283.

Murner, Thomas. Martin Luther u. Thomas Murner. Ausgewählt u. m. Einleitungen u. Anmerk. versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnas. zu Leipzig. Nr. 7.

Musik, Geschichte der alten und mittelalterlichen, v. Dr. A. Möhler in Steinhäusen. 2 Bdeh. 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 Mogk, Prof. a. d. Universität Leipzig. Nr. 15.

— **Griechische u. römische,** von Prof. Dr. Herm. Steuding, Rektor des Gymnas. 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 Abriß d. täglich an Bord von Handelsschiffen angew. Leis d. Schiffsahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Dir. d. Navigationschule zu Lübeck. Mit 56 Abbildgn. Nr. 84.

Neugriechisch-deutsches Gesprächsbuch mit besond. Berücksichtigung d. Umgangssprache v. Dr. Johannes Kalitsunakis, Doz. am Seminar für orient. Sprache in Berlin. Nr. 587.

Neunzehntes Jahrhundert. Geschichte des 19. Jahrhunderts von Oskar Jäger, o. Honorarprof. a. d. Univ. Bonn. 1. Bdeh.: 1800—1852. Nr. 216. — 2. Bändchen: 1853 bis Ende des Jahrhunderts. Nr. 217.

Neutestamentliche Zeitgeschichte von Lic. Dr. W. Staerk, Prof. a. der Univ. in Jena. I: Der historische u. kulturgeschichtl. Hintergrund d. Urchristentums. N. 3 Karten. Nr. 325.

— II: Die Religion d. Judentums im Zeitalter des Hellenismus und der Römerherrschaft. Mit 1 Planf. Nr. 326.

Nibelunge Ndt, Der, in Auswahl und mittelhochdeutsche Grammatik mit kurzem Wörterb. v. Dr. W. Golther, Prof. an der Univ. Rostock. Nr. 1.

Nordische Literaturgeschichte I: Die isländ. u. norweg. Literatur des Mittelalters v. Dr. Wolsfg. Golther, Prof. an der Universität Rostock. Nr. 254.

Nupfpflanzen von Prof. Dr. J. Behrens, Vorst. d. Großherzogl. landwirtsch. Versuchsanst. Augustenberg. Mit 53 Figuren. Nr. 123.

Ole. Die Fette u. Ole 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 Ole. Nr. 335.

Ole und Riechstoffe, Atherische, von Dr. F. Kochussen in Miltitz. 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. R. Dove. Mit 16 Taf. u. 1 lithogr. Karte. Nr. 567.
- Österreich.** Österreichische Geschichte von Prof. Dr. Franz v. Kroneg, neu bearb. 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. Österreich-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. S. 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. R. Eckardt i. Weilburg (Lahn). 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 Vorkbildern und 1 Karte. Nr. 345.
- Parallelperspektive.** Rechtwinklige u. schiefwinklige Axonometrie v. Prof. J. Wunderlin in Münster. Mit 121 Figuren. Nr. 260.
- Personennamen, Die deutschen,** v. Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 422.
- Peru.** Die Corbillerenstaaten von Dr. Wilhelm Sievers, Prof. an der Universität Gießen. I: Einleitung, Bolivia und Peru. Mit 16 Tafeln u. 1 lith. Karte. Nr. 652.
- Petrographie** v. Dr. W. Brühns, Prof. an der Bergakademie Clausthal. Mit 15 Abbildungen. Nr. 173.
- Pflanze, Die,** ihr Bau und ihr Leben von Prof. Dr. E. Demert. Mit 96 Abbildungen. Nr. 44.
- Pflanzenbaulehre. Ackerbau- und Pflanzenbaulehre** von Dr. Paul Rippert in Essen 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. Agrilkulturchemie 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. R. Nordhausen in Kiel. Mit 123 Abbildungen. Nr. 141.
- Pflanzenphysiologie** von Dr. Adolf Hansen, Prof. an der Universität Gießen. Mit 43 Abbild. Nr. 591.
- Pflanzenreichs, Die Stämme des,** von Privatdoz. Dr. Rob. Pilger, Rustos am 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. S. Wiehe in Leipzig. Mit 79 Abbildungen. Nr. 556.

- Pharmakognosie.** Von Apotheker F. Schmitthenner, Assist. a. Botan. Institut d. Techn. Hochschule Karlsruhe. Nr. 251.
- Pharmazeutische Chemie** von Privatdozent Dr. E. Mannheim in Bonn. 4 Bändchen. Nr. 543/44, 588, 682.
- Philologie, Geschichte d. klassischen,** v. Dr. Wilh. Kroll, ord. Prof. a. d. Univ. Münster in Westf. Nr. 367.
- Philosophie, Einführung in die,** von Dr. Max Wentscher, Professor an der Universität Bonn. Nr. 281.
- Philosophie, Geschichte d., IV: Neuere Philosophie bis Kant** von Dr. B. Bauch, Professor an der Universität Jena. Nr. 394.
- — **V: Immanuel Kant** von Dr. Bruno Bauch, Professor an d. Universität Jena. Nr. 536.
- — **VI: Die Philosophie im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts** von Arthur Drews, Prof. der Philosophie an der Techn. Hochschule in Karlsruhe. Nr. 571.
- **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. Eschenhans. Mit 13 Fig. Nr. 14.
- Photographie, Die.** Von H. Kessler, Prof. an d. k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 3 Taf. und 42 Abbild. Nr. 94.
- Physik, Theoretische,** von Dr. Gustav Jäger, Prof. der Physik 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. Kistner 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. Leid, Oberlehrer an der Comeniuschule zu Berlin-Schöneberg. Nr. 650.
- Physiologische Chemie** von Dr. med. A. Legahn in Berlin. I: Assimilation. Mit 2 Tafeln. Nr. 240.
- — **II: Dissimilation.** Mit 1 Taf. Nr. 241.
- Physische Geographie** von Dr. Siegm. Günther, Prof. an der kgl. Techn. Hochschule in München. Mit 32 Abbildungen. Nr. 26.
- Physische Meereskunde** von Prof. Dr. Gerh. Schott, Abteilungsvorst. 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. Kobold, 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. R. 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 Wolke, Postinspektor in Bonn. Nr. 425.
- Preßluftwerkzeuge, Die**, von Dipl.-Ing. P. Altis, 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 Montabaur. Nr. 600.
- Preussisches Staatsrecht** von Dr. Fritz Stier-Somlo, Prof. an der Univ. Bonn. 2 Teile. Nr. 298, 299.
- Psychiatrie, Forensische**, von Professor Dr. W. Weygandt, Dir. der Irrenanstalt Friedrichsberg in Hamburg. 2 Bändchen. Nr. 410 und 411.
- Psychologie und Logik zur Einführung in d. Philosophie** v. Prof. Dr. Th. Ellenhans. 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 Vogdt, Regierungsbaumeister a. D. in Aachen. Mit 87 Abbildungen. Nr. 290.
- Quellenkunde d. deutschen Geschichte** von Dr. Carl Jacob, Prof. an der Universität Tübingen. 1. Band. Nr. 279.
- Radioaktivität** von Dipl.-Ing. Wilh. Frommel. Mit 21 Abbildungen. Nr. 317.
- Rechnen, Das, in der Technik u. seine Hilfsmittel** (Rechenchieber, Rechentafeln, Rechenmaschinen usw.) von Ing. Joh. Eug. Maher in Freiburg i. Br. Mit 30 Abbild. Nr. 405.
- **Kaufmännisches**, von Professor Richard Just, Oberlehrer an der Öffentlichen Handelslehranstalt der Dresdener Kaufmannschaft. I. II. III. Nr. 139, 140, 187.
- Recht des Bürgerlichen Gesetzbuchs.** Erstes Buch: Allg. Teil. I: Einleitung — Lehre v. d. Personen u. v. d. Sachen v. Dr. P. Dertmann, Prof. a. d. Univ. Erlangen. Nr. 447.
- — II: Erwerb u. Verlust, Geltendmachung u. Schutz der Rechte von Dr. Paul Dertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 448.
- Zweites Buch: Schuldrecht. I. Abtheilung: Allgemeine Lehren von Dr. Paul Dertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 323.
- — II. Abt.: Die einzelnen Schuldverhältnisse v. Dr. Paul Dertmann, Prof. an der Universität Erlangen. Nr. 324.
- Drittes Buch: Sachenrecht von Dr. F. Kresschmar, Oberlandesgerichtsrat in Dresden. I: Allgem. Lehren. Besitz und Eigentum. Nr. 480.
- — II: Begrenzte Rechte. Nr. 481.
- Viertes Buch: Familienrecht von Dr. Heinrich Lize, Professor an der Universität Göttingen. Nr. 305.
- Fünftes Buch: Erbrecht von Dr. Wilhelm von Blume, ord. Prof. der Rechte an der Universität Tübingen. I. Abtheilung: Einleitung. — Die Grundlagen des Erbrechts. Nr. 659.
- — II. Abtheilung: Die Nachlassbeteiligten. Mit 23 Figuren. Nr. 660.
- Recht der Versicherungsunternehmungen, Das**, von Regierungsrat a. D. Dr. jur. R. Leibl, erstem Direktor der Nürnberger Lebensversicherungsbank, früher Mitglied des Kaiserlichen Aufsichtsamts für Privatversicherung. Nr. 635.

- Rechtsschutz, Der internationale gewerbliche**, von J. Neuberger, Kaiserl. Regierungsrat, Mitglied d. Kaiserl. Patentamts zu Berlin. Nr. 271.
- Rechtswissenschaft, Einführung in die**, von Dr. Theodor Sternberg in Berlin. I: Methoden- und Quellenlehre. Nr. 169.
— II: Das System. Nr. 170.
- Redelehre, Deutsche**, v. Hans Probst, Gymnasialprof. in Bamberg. Nr. 61.
- Redeschrift** siehe: Stenographie.
- Reichsfinanzen, Die Entwicklung der**, von Präsident Dr. R. van der Borcht in Berlin. Nr. 427.
- Religion, Die Entwicklung der christlichen**, innerhalb des Neuen Testaments von Professor Dr. Lic. Carl Clemen Nr. 388.
- Religion, Die, des Judentums im Zeitalter des Hellenismus u. der Römerherrschaft** von Lic. Dr. W. Staert (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. Univers. Wien. Mit 48 Abb. Nr. 383.
- Rheinprovinz, Landeskunde der**, von Dr. W. Steinecke, Direktor d. Realgymnasiums in Essen. Mit 9 Abb., 3 Märtchen und 1 Karte. Nr. 308.
- Riechstoffe. Atherische Ole und Riechstoffe** von Dr. F. Rochussen in Wiltzig. 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 Bchn. (I: Königszeit und Republik. II: Die Kaiserzeit bis zum Untergang des Weströmischen Reiches.) Nr. 19 u. 677.
- Römische Literaturgeschichte** von Dr. Herm. Joachim in Hamburg. Nr. 52.
- Römische und griechische Mythologie** von Professor Dr. Hermann Steuding, Rektor des Gymnasiums in Schneeberg. Nr. 27.
- Römische Rechtsgeschichte** von Dr. Robert von Mayr, Prof. an der Deutschen Univ. Prag. 1. Buch: Die Zeit d. Volkrechtes. 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 Rawrasky in Leipzig. Nr. 315.
- Russisches Lesebuch mit Glossar** von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität München. Nr. 67.
- Russische Literatur** von Dr. Erich Boehme, Lektor a. d. Handelshochschule Berlin. I. Teil: Auswahl moderner Prosa u. Poesie mit ausführlichen Anmerkungen u. Akzentbezeichnung. Nr. 403.
— II. Teil: Всеволодъ Гаршинъ, Разказы. Mit Anmerkungen und Akzentbezeichnungen. Nr. 404.
- Russische Literaturgeschichte** von Dr. Georg Polonskij in München. Nr. 166.

- Russisches Vokabelbuch, Kleines, von Dr. Erich Boehme, Lektor an der Handelshochschule Berlin. Nr. 475.
- Sachenrecht. Recht d. Bürgerl. Gesetzbuches. Drittes Buch: Sachenrecht von Dr. F. Kreschmar, 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. Zemmrich, 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 J. Vonderlinn in Münster. Mit 114 Figuren. Nr. 236.
- Schiffs- und Küstenartillerie bis zur Gegenwart, Die Entwicklung der, von Korvettenkapitän Hünig. 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.
- Schmaroger und Schmarogertum in der Tierwelt. Erste Einführung in die tierische Schmarogerkunde 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. Biehweger, 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 Rheyt. 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. R. Seyfert, Seminardirektor in Bschopau. Nr. 50.
- Schweiß- und Schneidverfahren, Das autogene, von Ingenieur Hans Niese in Kiel. Mit 30 Fig. Nr. 499.
- Schweiz. Schweizerische Geschichte von Dr. R. Dändliker, Professor an der Universität Zürich. Nr. 188.
- Landeskunde der Schweiz von Prof. Dr. G. Walser in Bern. Mit 16 Abb. und 1 Karte. Nr. 398.
- Schwimmanstalten. Öffentl. Bäder- und Schwimmanstalten von Dr. Karl Wolff, Stadt-Oberbaurat in Hannover. Mit 50 Fig. Nr. 380.
- Seemacht, Die, in der deutschen Geschichte von Wirlk. Admiralitätsrat Dr. Ernst von Halle, Professor an der Universität Berlin. Nr. 370.
- Seerecht, Das deutsche, von Dr. Otto Brandis, Oberlandesgerichtsrat in Hamburg. I: Allgemeine Lehren: Personen und Sachen des Seerechts. Nr. 386.
- II: Die einzelnen seerechtlichen Schuldverhältnisse: Verträge des Seerechts und außervertragliche Haftung. Nr. 387.

- Seifenfabrikation, Die, die Seifenanalyse und d. Kerzenfabrikation** v. Dr. Karl Braun in Berlin. (Die Fette u. Ole II.) Mit 25 Abbildgn. Nr. 336.
- Semitische Sprachwissenschaft** von Dr. C. Brodelmann, Professor an der Univerf. Königsberg. Nr. 291.
- Serbokroatische Grammatik** von Dr. Bladimir Corović, Bibliothekar des bosn.-herzegow. 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. Wobertag, Dozent an der Universität Breslau. Nr. 138.
- Skandinavien, Landeskunde von**, (Schweden, Norwegen u. Dänemark) von Heinrich Kerp, Kreis- schulinspektor 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 Alchelis in Bremen. Nr. 101.
- Spalt- und Schleimpilze.** Eine Einführung in ihre Kenntnis von Prof. Dr. Gustav Lindau, Kustos am Kgl. Botanischen Museum und Privatdozent der Botanik an der 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 Rärtchen 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 Heintz. 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.
- Spinnerei. Textilindustrie II: Weberei, Wirkerei, Kosamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikat. u. Filzfabrikation** von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Kgl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Fig. Nr. 185.
- Spruchdichtung. Walther von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnefang und Spruchdichtung.** Mit Anmerkgn. u. einem Wörterbuch v. Otto Günther, Prof. a. d. Oberrealschule u. an der Technischen Hochschule in Stuttgart. Nr. 23.
- Staatslehre, Allgemeine**, von Dr. Hermann Rehm, Prof. a. d. Universität Straßburg i. E. Nr. 358.
- Staatsrecht, Allgemeines**, von Dr. Julius Hatschek, 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 Most, 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. v. 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 Hentel in Rendsburg. 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 E. 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 n. d. System v. F. X. 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, Leseübungen u. einem Anhang von Professor Dr. Amiel, Oberlehrer des Kadettenkorps in Lichterfelde. Nr. 86.
- **Redeschrift.** Lehrbuch der Redeschrift d. Systems Stolze-Schrey nebst Kürzungsbeisp., Leseübungen, 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. Univers. Kiel. II: Kometen, Meteore u. das Sternsystem. Mit 15 Fig. u. 2 Sternarten. Nr. 529.
- Steuersysteme des Auslandes, Die**, v. Geh. Oberfinanzrat D. Schwarz in Berlin. Nr. 426.
- Stilkunde** v. Prof. Karl Otto Hartmann in Stuttgart. Mit 7 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 Döfler, 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 Lufft. I: Das spanische Südamerika (Chile, Argentinien und die kleineren Staaten). Nr. 632.
- II: Das portugiesische Südamerika (Brasilien). Nr. 672.
- Südseegebiet.** Die deutschen Kolonien II: Das Südseegebiet und Niutshou v. Prof. Dr. R. Dove. M. 16 Taf. u. 1 lith. Karte. Nr. 520.
- Südwestafrika.** Die deutschen Kolonien. IV: Südwestafrika von Prof. Dr. R. Dove Mit 16 Tafeln und 1 lithogr. Karte. Nr. 637.
- Talmud.** Die Entstehung des Talmuds von Dr. S. Funk in Bostowik. Nr. 479.
- Talmudproben** von Dr. S. Funk in Bostowik. Nr. 583.
- Technik.** Das Rechnen in der Technik und seine Hilfsmittel (Rechenschieber, Rechentafeln, 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. Lüdicke 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 Wolcke in Bonn I: Einleitung. Geschichtliche Entwicklung. Die Stellung d. deutsch. Telegraphenwesens im öffentl. Rechte, allgemeiner Teil. Nr. 509.
- II: Die Stellung d. deutsch. Telegraphenwesens im öffentl. Rechte, besonderer Teil. Das Telegraphen-Strafrecht. Rechtsverhältnis d. Telegraphie z. Publikum. Nr. 510.
- Telegraphie**, Die elektrische, v. Dr. Lud. Kellstab. Mit 19 Fig. Nr. 172.
- Testament**. Die Entstehung des Alten Testaments v. Lic. Dr. W. Staerk, Prof. a. d. Univ. Jena. Nr. 272.
- Die Entstehung des Neuen Testaments v. Prof. Lic. Dr. Carl Clemen in Bonn. Nr. 285.
- Textilindustrie**. I: Spinnerei und Zwirnerei v. Prof. Max Gürtler, Geh. Reg.-Rat im Kgl. Landesgewerbeamt, Berlin. M. 9 Fig. Nr. 184.
- II: Weberei, Wirkerei, 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. K. Walther u. M. Röttlinger, Dipl.-Ing. M. 54 Fig. Nr. 242.
- Thermodynamik** (Technische Wärmelehre). Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- und Kältemaschinen von M. Röttlinger, Dipl.-Ing. in Mannheim. Nr. 2.
- Thüringische Geschichte** v. Dr. Ernst Deubert 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 Lambert, 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 wirbellosten 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, Armfüßer, Stachelhäuter und Manteltiere. Nr. 97 Fig. Nr. 440.

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

Tischler- (Schreiner-) Arbeiten I: Materialien, Handwerkszeuge, Maschinen, Einzelverbindungen, Fußböden, Fenster, Fensterladen, Treppen, Aborte von Prof. E. Bieweger, 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. Kocht, Direktor des Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg. Nr. 369.

Trust. Kartell und Trust von Dr. C. Tischerich 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 Osterreich-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 Szinnyei, beide an der Universität Budapest. Nr. 550.

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

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

Unterrichtswesen. Geschichte d. deutschen Unterrichtswesens von Prof. Dr. Friedrich Seiler, Direktor des Königl. Gymnasiums zu Ludau. 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, Schulrat 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: Feldmessen und Nivellieren. Mit 146 Abb. Nr. 468.
— II: Der Theodolit. Trigonometrische u. barometr. Höhenmessung. Tachymetrie. Mit 109 Abbildungen. Nr. 469.
- Versicherungsmathematik** von Dr. Alfred Loewy, Professor an der Universität Freiburg i. B. Nr. 180.
- Versicherungsunternehmungen, Das Recht der, von Regierungsrat a. D. Dr. jur. R. 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. Rustos 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.
- Volksbibliotheken** (Bücher- u. Lesehallen), ihre Einrichtung u. Verwaltung v. Emil Jaeschke, Stadtbibliothekar in Esersfeld. 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. H. van der Borgh, Berlin. Nr. 177.
- Waffen, Die blanken, und die Schusswaffen, ihre Entwicklung** von der Zeit der Landsknechte bis zur Gegenwart n. 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 Haef, 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.
- Waltharilied, Das, im Versmaße der Urschrift überetzt 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 Güntter, Prof. a. d. Oberrealschule und an der Techn. Hochsch. in Stuttgart. Nr. 23.
- Walzwerke. Die, Einrichtung und Betrieb.** Von Dipl.-Ing. A. Holversch, Oberlehrer a. d. Kgl. Maschinbau- u. Hüttenchule 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 Hassad, Prof. u. Leiter der k. k. Handelsakademie in Graz. I. Teil: Unorganische Waren. Nr. 40 Abb. Nr. 222.
— II. Teil: Organische Waren. Mit 36 Abbildungen. Nr. 223.
- Warenzeichtrecht, 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. I.: 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. P. Walthert 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, Vorst. d. landwirtsch. Versuchstation in Marburg in Hessen. Nr. 473.
- Wasserinstallationen. Gas- und Wasserinstallationen mit Einschluß der Abortanlagen** v. Prof. Dr. phil. u. Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. Mit 119 Abbild. Nr. 412.
- Wasserkraftanlagen** von Th. Rümelin, Regierungsbaumeister a. D., Oberingenieur in Dresden. I: Beschreibung. Mit 66 Figuren. Nr. 665.
- II: Gewinnung der Wasserkraft. Mit 35 Figuren. Nr. 666.
- III: Bau und Betrieb. Mit 56 Figuren. Nr. 667.
- Wasserturbinen, Die,** von Dipl.-Ing. P. Holl in Berlin. I: Allgemeines. Die Freistrahlturbinen. Mit 113 Abbildungen. Nr. 541.
- II: Die Überdruckturbinen. Die Wasserkraftanlagen. Mit 102 Abbildungen. Nr. 542.
- Wasserversorgung der Ortschaften** v. Dr.-Ing. Robert Wehrauch, 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 Bichelmayer, 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 Wilda in Bremen. Mit 125 Abbildungen. Nr. 582.
- Werkzeugmaschinen für Metallbearbeitung, Die,** von Ing. Prof. Hermann Wilda in Bremen. I: Die Mechanismen der Werkzeugmaschinen. Die Drehbänke. Die Fräsmaschinen. Mit 319 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 Fritz Braun, Oberlehrer am Kgl. Gymnasium in Graudenz. Mit 16 Tafeln, 7 Textarten u. 1 lith. Karte. Nr. 570.
- Wettbewerb, Der unlautere,** von Rechtsanwält Dr. Martin Wassermann in Hamburg. I: Generalklausel, Kellameauswüchse, Ausverkaufswesen, Angestelltenbestechung. Nr. 339.
- II: Krediterschädigung, Firmen- und Namenmißbrauch, Verrat von Geheimnissen, Ausländerschuß. Nr. 535.
- Wirbellose Tiere. Das Tierreich VI: Die wirbellosen Tiere** von Dr. Ludwig Böhmig, Prof. d. Zoologie an der Univ. Graz. I: Urtiere, Schwämme, Kesseltiere, Rippenquallen u. Würmer. Mit 74 Fig. Nr. 439.
- II: Krebse, Spinnentiere, Tausendfüßer, Weichtiere, Moostierchen, Armfüßer, Stachelhäuter u. Manteltiere. Mit 97 Fig. Nr. 440.

Wirkerei. Textilindustrie II: Webererei, Wirkerei, Famentiererei, Spitzen- 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 Kofod. Nr. 586.

Wirtschaftspflege. Kommunale Wirtschaftspflege von Dr. Alfons Rieß, Magistratsass. in Berlin. Nr. 534.

Wohnungsfrage, Die, v. Dr. L. Böhle, Prof. der Staatswissenschaften zu Frankfurt a. M. I: Das Wohnungswesen in der modernen Stadt. Nr. 495.

— II: Die städtische Wohnungs- und Bodenpolitik. Nr. 496.

Wolfram von Eschenbach. Hartmann v. Aue, Wolfram v. Eschenbach und Gottfried von Straßburg. Auswahl aus dem hof. Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch von Dr. R. Marold, Prof. am Königl. Friedrichskollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.

Wörterbuch nach der neuen deutschen Rechtschreibung von Dr. Heinrich Kleng. Nr. 200.

— Deutsches, von Dr. Richard Loewe in Berlin. Nr. 64.

— Technisches, enthaltend die wichtigsten Ausdrücke des Maschinenbaues, Schiffbaues und der Elektrotechnik von Erich Krebs in Berlin. I. Teil: Deutsch-Englisch. Nr. 395.

— II. Teil: Engl.-Dtsch. Nr. 396.

— III. Teil: Dtsch.-Franz. Nr. 453.

— IV. Teil: Franz.-Dtsch. Nr. 454.

Württemberg. Württembergische Geschichte v. Dr. Karl Weller, Prof. am Karlsghymnasium in Stuttgart. Nr. 462.

Württemberg. Landeskunde des Königreichs Württemberg von Dr. R. Hassert, Professor der Geographie an der Handelshochschule in Köln. Mit 16 Vollbildern u. 1 Karte. Nr. 157.

Zeichenschule von Prof. R. 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. J. Bonderlinn, Direktor der Königl. Baugewerkschule zu Münster. Mit 290 Fig. u. 23 Taf. im Text. Nr. 58.

Zeitungsweisen, Das deutsche, von Dr. R. Brunhuber, Köln a. Rh. Nr. 400.

Zeitungsweisen, Das moderne, (Ghst. b. Zeitungslehre) von Dr. Robert Brunhuber in Köln a. Rh. Nr. 320.

Zeitungsweisen, Allgemeine Geschichte des, von Dr. Ludwig Salomon in Jena. Nr. 351.

Zellenlehre und Anatomie der Pflanzen von Prof. Dr. S. Miesche in Leipzig. Mit 79 Abbild. Nr. 556.

Zentral-Perspektive von Architekt Hans Freyberger, neu bearbeitet von Professor J. Bonderlinn, Direktor der Königl. Baugewerkschule in Münster i. Westf. Mit 132 Fig. Nr. 57.

Zimmerarbeiten von Carl Opitz, Oberlehrer an der Kais. Techn. Schule in Straßburg i. E. I: Allgemeines, Ballenlagen, Zwischenbeden und Deckenbildungen, hölz. Fußböden, Fachwerkswände, Hänge- und Sprengwerke. Mit 169 Abbildungen. Nr. 489.

— II: Dächer, Wandbekleidungen, Simsfalungen, Block-, Bohlen- und Bretterwände, Jäune, Türen, Tore, 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. Kresschmar, Oberlandesgerichtsrat in Dresden. Nr. 523.

Zwirnerei. Textilindustrie I: Spinnerei und Zwirnerei von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Königlichem 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. Hoepfich.

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

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

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

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

Broschirt 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 Wert-schätzung 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 Agypten, 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.