

Die geschichtliche Entwicklung,  
die Zwecke und der Bau der Talsperren.

Von

Dr.-Ing. **O. Intze,**

weiland G. h. Regierungsrat, Professor an der Königlichen Technischen Hochschule zu Aachen.

---

Mit 152 Figuren im Text und auf 3 Tafeln.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH  
1906

Die geschichtliche Entwicklung,  
die Zwecke und der Bau der Talsperren.

Von

Dr.-Ing. **O. Intze,**

weiland Geh. Regierungsrat, Professor an der Königlichen Technischen Hochschule zu Aachen.

---

Mit 152 Figuren im Text und auf 3 Tafeln.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH  
1906.

Sonderabdruck  
aus der  
Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure  
1906.

---

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>.

ISBN 978-3-662-40797-4  
DOI 10.1007/978-3-662-41281-7

ISBN 978-3-662-41281-7 (eBook)

## Vorwort.

---

Dieser Vortrag, den der Unterzeichnete auf Wunsch der Gattin des verstorbenen Geh. Reg.-Rats Professors Dr.-Ing. Intze nach dem Stenogramm zum Drucke vorbereitet hat, ist der letzte, den der große Ingenieur gehalten hat. Aber nicht nur aus diesem Grunde darf er der ehrenden Berücksichtigung der Fachwelt sicher sein; er ist vielmehr an sich von hoher Bedeutung als vollkommene und lückenlose Darstellung des gewaltigen Lebenswerkes des Entschlafenen auf dem Gebiete, in dem er bahnbrechend und führend eine neue Zeit der deutschen Wasserwirtschaft eingeleitet hat.

Die Ausführungen sind eine Erläuterung zu der großen Talsperrenausstellung Intzes, die in St. Louis später mit der Goldenen Denkmünze ausgezeichnet worden ist und damals in Berlin vor der Ueberführung nach Amerika im Bezirksverein deutscher Ingenieure ausgestellt war. Wer je Intzes Ausführungen lauschen durfte, wird seine glänzende, lebensvolle und überzeugende Darstellungskraft gerade in diesem Vortrag in reichstem Maße wiederfinden.

Essen, im Februar 1906.

Link,  
Regierungsbaumeister a. D.

»Meine hochgeehrten Herren! Dem Ersuchen des Berliner Bezirksvereines deutscher Ingenieure, hier wieder, wie schon einmal vor 11 Jahren <sup>1)</sup>, einen Vortrag über die Entwicklung des Talsperrenbaues und über die Zwecke sowie den Bau der Talsperren zu halten, bin ich um so lieber nachgekommen, als nicht nur der Verein deutscher Ingenieure seit Jahrzehnten die Bestrebungen auf diesem Gebiete nach jeder Richtung hin gefördert hat, sondern als ich gegenwärtig auch, veranlaßt durch den Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten, in der Lage bin, Ihnen die Zeichnungen und Darstellungen vorzuführen, welche sich auf die größeren Ausführungen dieser Art in Rheinland, Westfalen, Schlesien und Böhmen beziehen.

Was die geschichtliche Entwicklung der Talsperren anbetrifft, so brauche ich wohl nicht lange bei den Ausführungen zu verweilen, die schon vor Jahrtausenden und Jahrhunderten in vielen Ländern gemacht worden sind, weil wir zum großen Teil aus diesen Ausführungen nicht sehr viel lernen können. Wir sehen nur, daß in manchen Gegenden das Bedürfnis, für trockene Zeiten ausreichende Wassermengen zu den verschiedensten Zwecken der Volkswohlfahrt und der Volkswirtschaft zu schaffen, sehr alt ist und sich auf Tausende von Jahren zurück verfolgen läßt. Es gibt ja Gebiete, in denen menschliche Ansiedlungen überhaupt nicht geschaffen werden könnten, die Bewohner sich nicht dauernd halten könnten, wenn man nicht größere Wassermengen in der Zeit, wo sie vorkommen, festhielte und sie für die trockene Zeit ausnutzte. Wir brauchen nur zurückzublicken auf die tausendfältigen Anlagen dieser Art, wie sie in China und Indien gemacht werden mußten, um besonders für die Bewässerung des Landes ausreichende Mengen von Wasser zur Verfügung zu stellen, wie sie uns auch in Spanien aus der maurischen Zeit überliefert sind, wo sie ihren Zweck noch heute vollkommen erfüllen; wie wir sie endlich auch in der Türkei, besonders am Bosphorus auf der europäischen und asiatischen Seite, finden, wo zahlreiche Anlagen zur Versorgung mit Wasser für häusliche Zwecke dienen. Wir sehen, daß in neuerer Zeit nicht nur in Amerika, wo sich infolge besonderer Einwirkungen in den letzten Jahrzehnten ein großer Wassermangel eingestellt hat, sondern auch in Frankreich, in England, in Belgien und bei uns im Westen der preußischen Monarchie, in Schlesien und in Böhmen, Talsperrenanlagen entstehen. Ich darf wohl gleich wegen des Umfanges des Stoffes, den ich zu bewältigen habe, auf diese neuen Anlagen eingehen, um an der Hand der vorzuführenden Pläne vielleicht noch Vergleiche zwischen älteren und neueren Ausführungen anzustellen.

Seitdem die technischen Wissenschaften berufen sind, bahnbrechend auf allen Gebieten vorzugehen, ist es ja eine dankbare Aufgabe der technischen Hochschulen und der Ingenieure, Grundlagen für sichere und zweckmäßige Konstruk-

tionen zu schaffen. Jedes Zuviel wird sich hierbei ganz besonders in wirtschaftlicher Beziehung sehr unangenehm bemerkbar machen; jedes Zuwenig kann, wie uns viele Beispiele gezeigt haben, gewaltige Verwüstungen hervorrufen. Hier mit Ruhe und Sicherheit den richtigen Weg zu finden, ist die dankbare Aufgabe des Ingenieurs der Jetztzeit

Um Anlagen, wie wir sie hier besprechen wollen, auszuführen, sind Vorarbeiten, eingehende Untersuchungen, langjährige, ich darf wohl sagen oft jahrzehntelange Arbeiten nötig, damit das Feld vollständig geebnet, damit alle Hindernisse, die sich diesen Ausführungen entgegenstellen könnten, sicher beseitigt werden. Ich werde mir gestatten, dies an der Hand der hier aufgehängten Pläne, die für die Weltausstellung in St. Louis bestimmt sind, näher zu erläutern.

Wenn es sich darum handelt, für ein in vielen Monaten nur mit wenig Wasser versehenes Gebiet große Wassermassen aus der Hochflutzeit aufzuspeichern, so muß man im allgemeinen in die Gebirgsgegenden gehen, weil sich dort geeignete Täler finden, in denen durch Absperrung größere Becken geschaffen werden können. Ich verweise zunächst auf das Arbeitsgebiet, welches ich hier besonders vorzuführen habe: es sind das die Gebirgstäler Rheinlands und Westfalens, Schlesiens und Böhmens.

In Fig. 1 ist zunächst ein für den Westen sehr wichtiges Gebiet dargestellt, das Ruhrgebiet und das unmittelbar daranstoßende Wuppergebiet. Gerade in diesen beiden Gruppen von Gebirgstälern sind im letzten Jahrzehnte zahlreiche Anlagen dieser Art entstanden, um den dort ganz besonders fühlbar gewordenen Bedürfnissen Rechnung zu tragen. Das Bedürfnis ist hier entstanden durch die dichte Besiedelung der Gebirgstäler, durch die Ausnutzung des Wassers in wirtschaftlicher Beziehung nach allen Richtungen hin, die wir im einzelnen noch zu verfolgen haben werden. Die Zahl der Sammelbecken im Ruhrgebiet und im Wuppergebiet ist heute bereits ziemlich groß und wächst von Jahr zu Jahr, weil jedes Nachbartal, sobald es sieht, daß in einem andern Tal in trockener Zeit reichlich Wasser vorhanden ist, schleunigst die nötigen Schritte tut, um auch für sich diesen Vorteil zu schaffen.

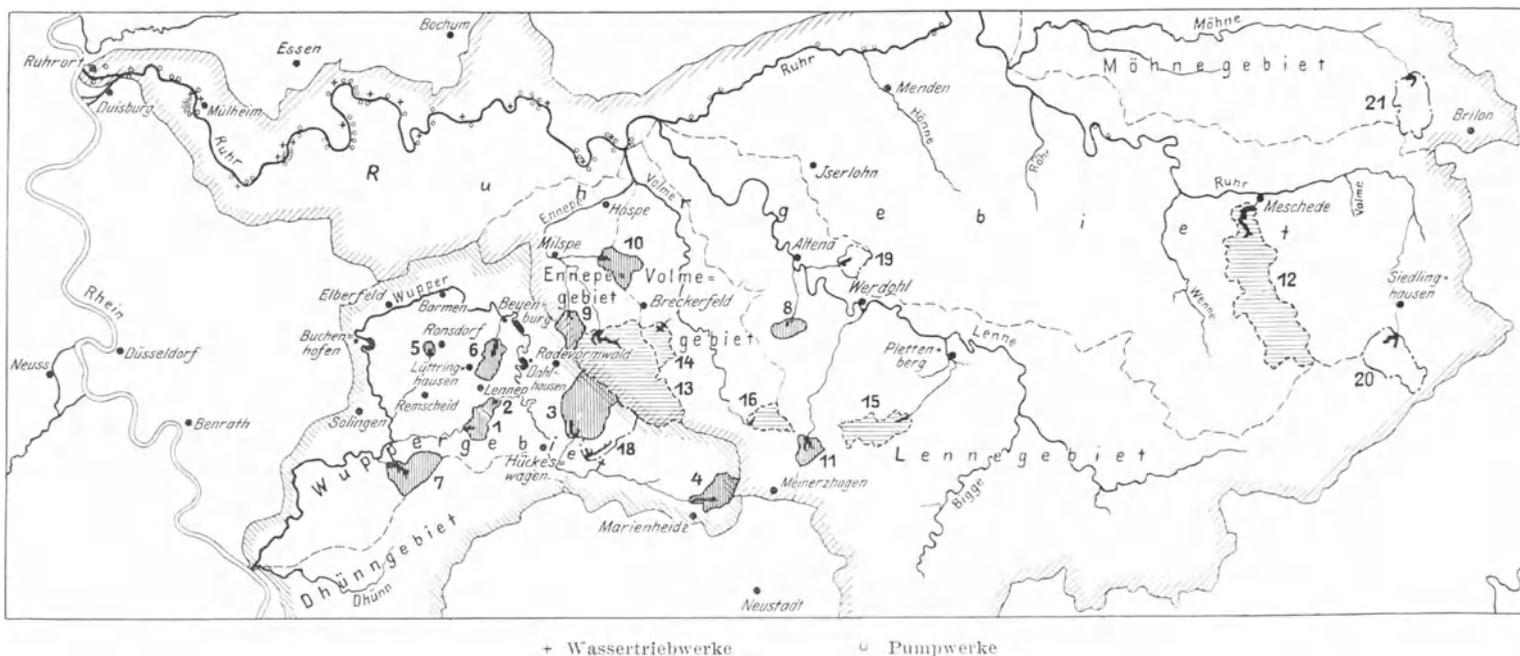
Auf die verschiedenen Anlagen werde ich im einzelnen an der Hand der Zeichnungen eingehen. Zunächst wollte ich durch die Karte nur einen Ueberblick geben, wo diese Anlagen zu finden sind. Aus Fig. 1 ist ferner zu ersehen, wo Talsperren fertig sind, wo sie im Bau begriffen und wo größere Anlagen für die Ausführung bestimmt sind. In Fig. 2 sind, in einem und demselben Maßstab aufgetragen, die verschiedenen Absperrprofile in Vergleich gestellt. Wir sehen schon hieraus, wie außerordentlich verschieden groß diese Anlagen sind; die kleinste befindet sich bei Lennep, die größte in der Eifel an der Urft. Es handelt sich also um wesentlich verschiedene Abmessungen, die natürlich auf den Gang der Bauausführung und auf die wirtschaftlichen Verhältnisse einen großen Einfluß ausüben müssen.

<sup>1)</sup> Vergl. Z. 1895 S. 639.

Fig. 3 zeigt, nach einem Meßtischblatt ausgeführt, ein Gebiet an der Wupper etwas genauer in den einzelnen Anlagen, die für die verschiedensten Zwecke bestimmt sind: für die Wasserversorgung von Ortschaften, für die Schaffung von Wasserkraftwerken, für die Aufspeicherung von Betriebswasser für Triebwerke, die unterhalb der Talsperre gelegen sind. Wir werden diese Anlagen im einzelnen noch näher

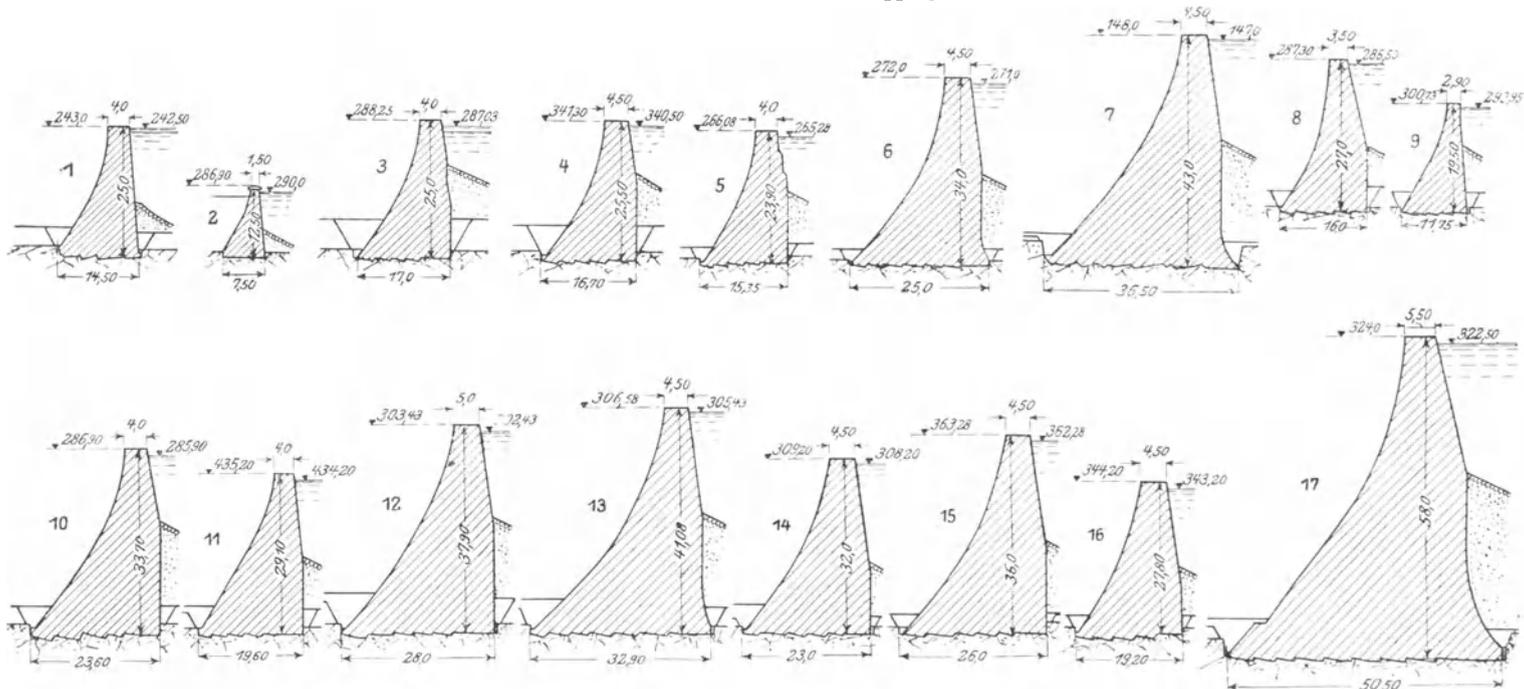
für eine Zeit von 24 Stunden auf rd. 10 Millionen *M* belaufen haben. Die Untersuchungen sind andererseits so sorgfältig durchgeführt worden, damit man erkennen konnte, durch welche Wassermassen diese Schäden veranlaßt sind, woher sie kamen, und wo man die Wassermassen zu fassen hat. In Fig. 4 sind in den schraffierten Flächen die Täler angegeben, wo gegenwärtig schon Sammelbecken für Hochwasser ausge-

Fig. 1.  
Talsperrenanlagen im Ruhr- und Wuppergebiet. (Vergl. die nebenstehende Uebersicht.)



+ Wassertriebwerke      o Pumpwerke

Fig. 2.  
Abspermmauern im Ruhr- und Wuppergebiet.



aus den Zeichnungen kennen lernen.  
Die Karte von Schlesien, Fig. 4, zeigt ganz besonders das gefährliche Gebiet von Bober und Queis mit der Darstellung des Schadens, der 1897 durch die gewaltigste Hochflut, die seit Menschengedenken in Schlesien stattgefunden hat, verursacht worden ist. An Bober und Queis sind eben diese gewaltigen Schäden damals festgestellt worden, die sich

führt werden oder für die nächste Zeit zur Ausführung bestimmt sind.  
Das vierte Gebiet endlich, in dem die Arbeiten ebenfalls begonnen haben, liegt am Isergebirge in Böhmen, Fig. 5 und 6. Diese Gegend ist außerordentlich gebirgig, die Hänge fallen von oben her schroff ab, und das Wasser stürzt sich infolgedessen mit großer Wucht in die Täler

Bezeichnung	Bauführung	Hauptzweck der Anlage	Größe des Niederschlag- gebietes qkm	mittlere Wasserzufluß- menge im Jahr Mill. cbm	Stauinhalt des Beckens Mill. cbm	Stauhöhe über Talsohle m	Kosten der Sperrmauer ein- schließlich Grunderwerb M	Kosten des Staubeckens pro cbm Stauinhalt Pfg	Gesamtkosten der Talsperre mit allen Nebenanlagen M	Bemerkungen	
I. Ausgeführte Becken 											
1	Wuppergebiet Eschbachtal b. Rem- scheid	1889/91	Wasserversorgung von Remscheid	4,5	3,6	1,0	18,0	536 000	54	800 000	mit Erweiterung des Wasserwerkes
2	Panzertal bei Lennep	1891/93	» » Lennep	1,5	1,2	0,117	7,5	105 000	90	105 000	
3	Bevertal b. Hückes- wagen	1896/98	Wasserabgabe für die Triebwerke der Wupper und Hochwasserschutz	22,0	17,52	3,3	16,0	1 430 000	43	3 050 000	einschließl. der Aus- gleichweier bei Bu- chenofen und Beyen- burg u. Vergrößerung d. Dahlhauser Weiher
4	Lingesetal bei Ma- rienheide	1897/98		9,0	8,0	2,6	18,5	1 070 000	41		
5	Salbachtal b. Rons- dorf	1898/99	Wasserversorgung von Ronsdorf und Abgabe an Triebwerkbesitzer	0,87	0,65	0,3	19,3	510 000	170	950 000	mit Wasserwerk
6	Herbringhauser Tal bei Lüttringhausen	1898/1900	Wasserversorgung von Barmen	5,5	4,4	2,5	29,7	2 000 000	80	2 500 000	mit Filteranlage und Rohrleitung
7	Sengbachtal bei So- lingen	1900 02	Wasserversorgung sowie Kraft- und Lichtabgabe für Solingen	11,8	8,0	3,0	36,0	2 100 000	70	4 000 000	mit Wasser- und Elektrizitätswerk
Ruhrgebiet											
8	Füelbecke bei Altena	1894/96	{ Abgabe von Betriebswasser an die Werk- besitzer in der Füelbecke und Rahmede	3,5	2,8	0,7	27,0	328 000	47	328 000	
9	Heilenbecke b. Milspe	1894/96	{ Wasserversorgung von Gevelsberg und Abgabe von Wasser an die Triebwerke	7,5	5,5	0,45	19,5	280 000	62	400 000	mit Wasserversor- gung von Gevelsberg
10	Hasper Tal bei Haspe	1901 03	{ Wasserversorgung der Stadt Haspe, Wasserabgabe an die Triebwerke im Hasper Tale und an die Trieb- und Pump- werke an der unteren Ruhr	8,0	6,0	2,05	27,5	1 360 000	66	1 900 000	mit Wasserversor- gung und Wasser- leitung
11	Versetal oberhalb Werdohl	1902/03	{ Wasserversorgung von Lüdenscheid, Wasserabgabe an die Triebwerke und die Pumpwerke an der unteren Ruhr	4,7	3,7	1,65	23,7	600 000	36	700 000	mit Weganlagen und Wärterhaus
			Summe rd.	—	—	17,667	—	10 319 000	58	—	
II. In Ausführung begriffene Becken 											
12	Ruhrgebiet Hennetal bei Me- schede	1901	{ Wasserabgabe für die Triebwerke und Pumpwerke der unteren Ruhr	52,7	40,0	9,5	30,4	2 600 000	27	2 600 000	
13	Ennepetal bei Rade- vormwald	1902	{ Versorgung des Kreises Schwelm mit Wasser u. elektr. Kraft. Abgabe für die Triebwerke an d. Ennepe u. d. Trieb- und Pumpwerke an der unteren Ruhr	48,9	36,0	10,0	34,9	2 600 000	26	4 800 000	mit Wasser- und Elektrizitätswerk
14	Glörbachtal bei Breckerfeld	1902	{ Wasserabgabe für die Werkbesitzer an der Vollme und die Trieb- und Pump- werke an der unteren Ruhr	7,2	5,5	2,0	27,7	780 000	39	780 000	
15	Oestertal b. Pietten- berg	1903	{ Wasserabgabe für die Triebwerke im Oestertal und an die Trieb- und Pump- werke an der unteren Ruhr	12,6	10,5	3,0	31,4	1 100 000	38,3	1 100 000	
16	Jubachtal bei Mein- erzhagen	1904	{ Wasserabgabe für die Triebwerke der Vollme und die Trieb- und Pumpwerke der unteren Ruhr	6,6	5,0	1,0	23,2	630 000	63	630 000	
Rurgebiet (Eifel)											
17	Urfttal bei Gemünd in der Eifel	1900	Schaffung eines elektr. Kraftwerkes von mindestens 4800 PS und Hochwasser- schutz	37,5	180,0	45,5	52,5	4 000 000	9	8 500 000	mit Stollenanlage, Elektrizitätswerk und Verteilnetz
			Summe rd.	—	—	71,00	—	11 710 000	16	—	
III. In Aussicht genommene Becken 											
18	Wuppergebiet Neyetal	—	Erweiterung der Wasserversorgung von Remscheid und Wasserabgabe an die Triebwerke an der Wupper	11,6	9,2	6,0	23,9	1 700 000	28,4	3 250 000	mit Stollen, Tur- binen, Rieselanlage, Rohrleitungen und Wasserturm
Ruhrgebiet											
19	Nettetal bei Altena	—	Wasserabgabe für die Triebwerke an der Nette und an die Trieb- und Pump- werke an der unteren Ruhr	4,5	3,6	1,5	24,3	825 000	55	850 000	mit Ausgleichweier
20	Negertal bei Sied- linghausen	—	Wasserabgabe für die Triebwerke im Negertal u. an der oberen Ruhr sowie für die Trieb- u. Pumpwerke an der unteren Ruhr	14,0	11,2	4,0	28,0	1 600 000	40	1 600 000	
21	Glennetal	—	Wasserversorgung der Dörfer des Haar- stranges. Anlage eines Kraftwerkes und Wasserabgabe für die Trieb- und Pump- werke der unteren Ruhr	14,6	8,0	5,0	29,0	1 800 000	36	4 600 000	mit Wasserleitung und Kraftanlage
			Summe rd.	—	—	16,5	—	5 925 000	36	—	

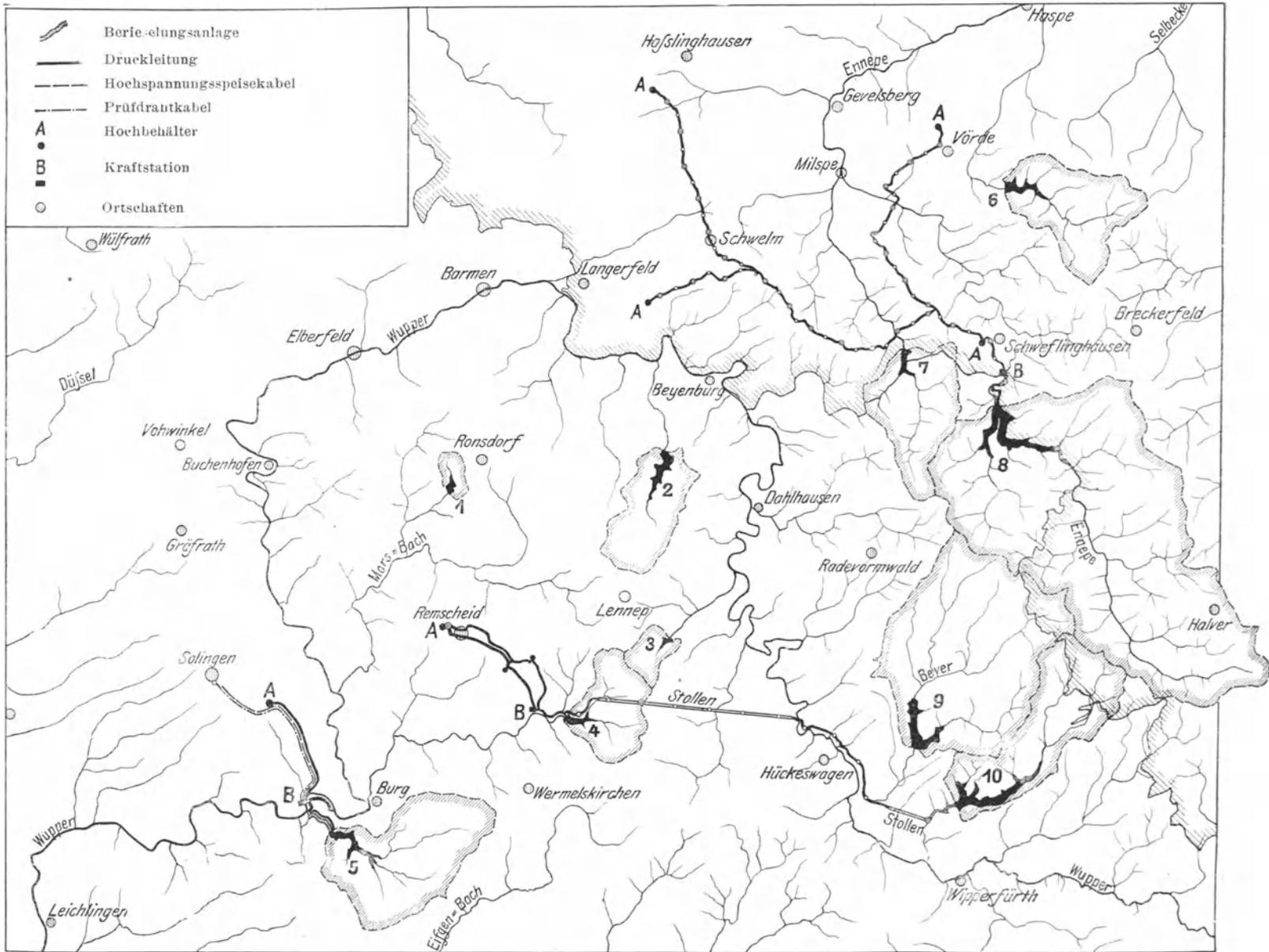
hinab. Die Behörden haben sich daher auch dort genötigt gesehen, die Hand zum Schutz der vielen wertvollen Ortschaften gegen Hochwasser und zur besseren Ausnutzung des Wassers für die zahlreich hier vorhandenen Industriezweige zu bieten.

Wenn die Vorarbeiten für eine Talsperrenanlage gemacht werden sollen, so handelt es sich in erster Linie darum, die

diese Mengen recht genau zu erforschen: die Regenmengen die, in den betreffenden Gebieten zu verschiedenen Jahreszeiten und in verschiedenen Jahren niedertreffen. Und das ist, glaube ich, ein Vorzug, den wir heute genießen, daß durch die sehr ausgedehnte wertvolle Feststellung der Niederschlagsmengen und durch eingehende und genaue Messungen der Wasserabflussmengen die Beziehungen zwischen Regenmengen und Ab-

Fig. 3.

Talsperren für die Städte Barmen, Remscheid, Solingen, Lennep, Ronsdorf, Gevelsberg, Haspe und für den Kreis Schwelm.



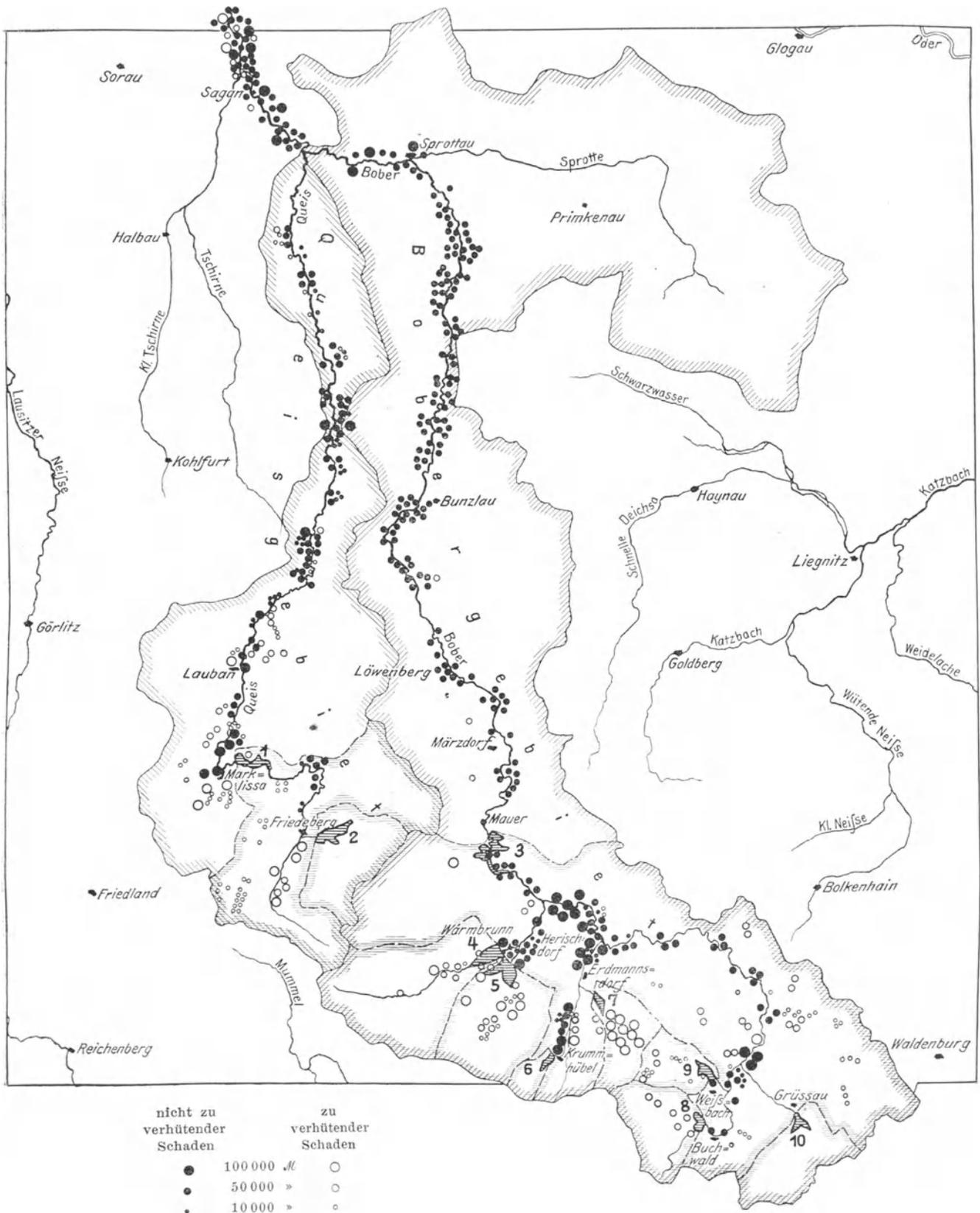
- |  |   |  |
|--|---|--|
| 1) Talsperre im Salzbachtal bei Ronsdorf     | 4) Talsperre im Eschbachtal bei Remscheid | 8) Talsperre im Ennepetal bei Radevormwald |
| 2) » » Herbringhauser Tal bei Lüttringhausen | 5) » » Sengbachtal bei Solingen           | 9) » » Bevertal bei Hückeswagen            |
| 3) » » Panzertal bei Lennep                  | 6) » » Hasper Tal bei Haspe               | 10) » » Neyetal bei Wipperfürth            |
|  | 7) » » Heilenbecker Tal bei Milspe        |  |

Wassermassen, die im Laufe nicht nur eines, sondern mehrerer Jahre aus den Tälern abfließen, und den außerordentlichen Wechsel dieser Abflussmengen genau kennen zu lernen. Dabei muß man sich natürlich von vornherein klar machen, daß diese Abflussmengen aus den Niederschlagsmengen stammen, und daß es nicht nur von wissenschaftlichem Interesse, sondern auch von großer praktischer Bedeutung ist, auch

flussmengen viel eingehender festzustellen sind, als dies früher möglich war. Die Figuren 7 bis 10 sollen veranschaulichen, was in dieser Beziehung im Westen in der Eifel für die größte Anlage Europas geschehen ist, die jetzt in der Ausführung begriffen ist und im Laufe dieses Jahres fertiggestellt wird. Es handelt sich um das Urftgebiet. Das Niederschlagsgebiet ist auf dieser Karte durch Schraffur-Umrandung

Fig. 4.

Talsperrenanlagen in Schlesien zum Hochwasserschutz und zur Kraftgewinnung.

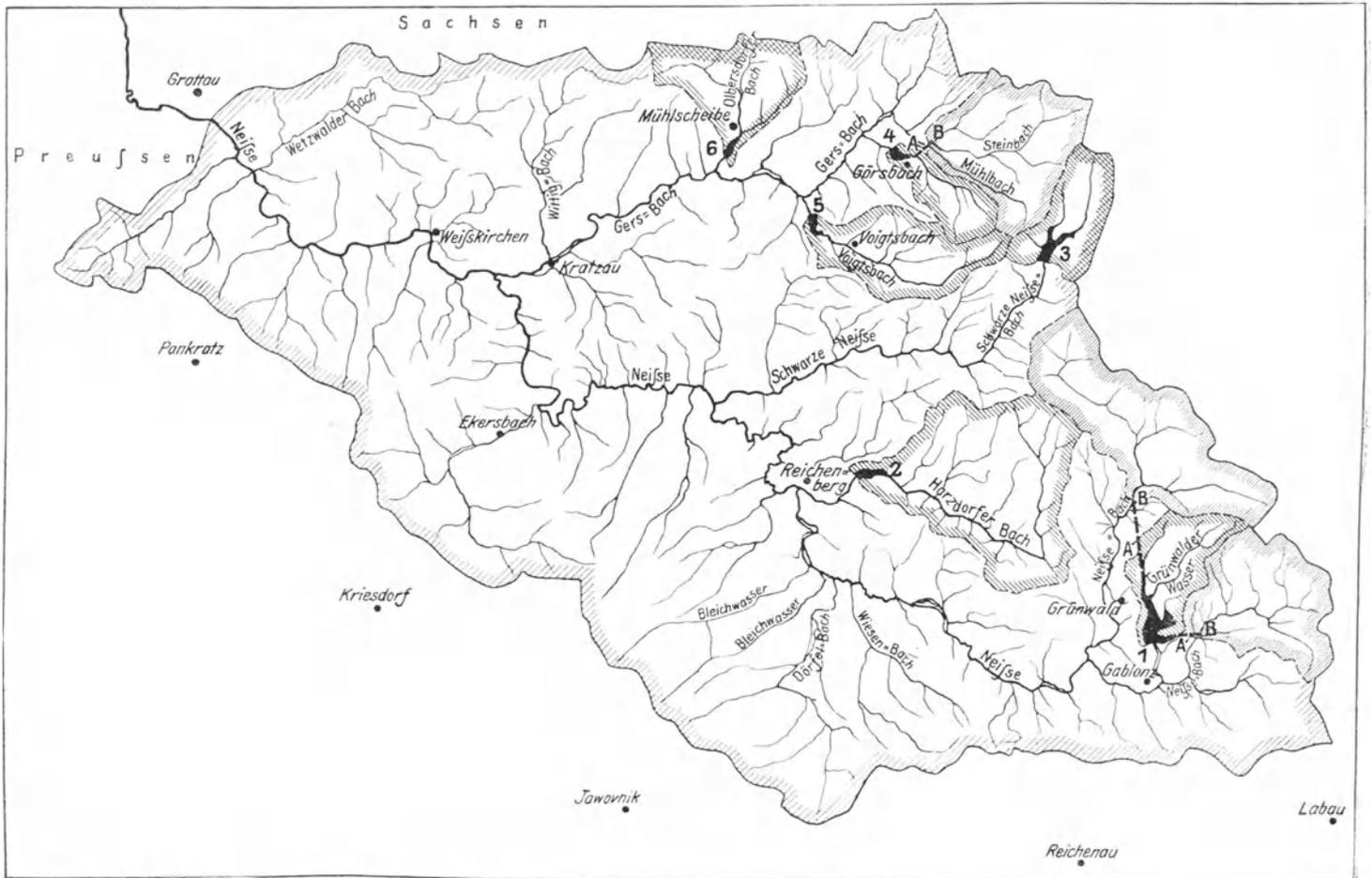


- 1) Queis-Talsperre bei Marklissa, Stauinhalt 15 Mill. cbm
- 2) Langwasser-Talsperre bei Friedeberg, Stauinhalt 2,5 Mill. cbm
- 3) Bober-Talsperre bei Mauer, Stauinhalt 50 Mill. cbm
- 4) Lacken-Talsperre bei Warmbrunn, Stauinhalt 5,4 Mill. cbm
- 5) Heidewasser-Talsperre bei Herischdorf, Stauinhalt 4,0 Mill. cbm

- 6) Lomnitz-Talsperre bei Krummhübel, Stauinhalt 0,862 Mill. cbm
- 7) Eglitz-Talsperre bei Erdmannsdorf, Stauinhalt 0,776 Mill. cbm
- 8) Bober-Talsperre bei Buchwald, Stauinhalt 2,2 Mill. cbm
- 9) Schwenilich-Talsperre bei Weißbach, Stauinhalt 0,525 Mill. cbm
- 10) Zieder-Talsperre bei Grüssau, Stauinhalt 0,94 Mill. cbm.

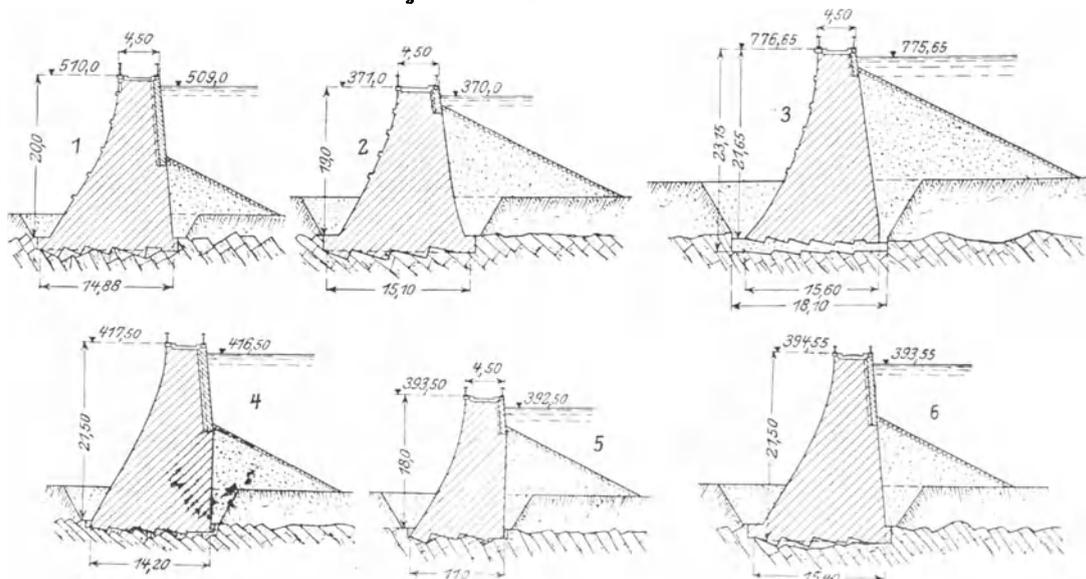
Fig. 5.

Talsperrenanlagen in Böhmen zum Hochwasserschutz und zur Versorgung der Wassertriebwerke.



- |  |   |                 |
|--|---|-----------------|
| 1) Grünwalder Wasser, Stauinhalt 2,7 Mill. cbm | 4) Görsbach, Stauinhalt 0,5 Mill. cbm     | A Stollen       |
| 2) Harzdorfer Bach, Stauinhalt 0,63 Mill. cbm  | 5) Voigtsbach, Stauinhalt 0,25 Mill. cbm  | B Einlaßbauwerk |
| 3) Schwarze Neiße, Stauinhalt 2,0 Mill. cbm    | 6) Mühlscheibe, Stauinhalt 0,25 Mill. cbm |                 |

Fig. 6. Absperrmauern in Böhmen.



gekennzeichnet. In dem ganzen Niederschlaggebiet und auch in der Umgebung, nicht nur der Urft, sondern auch der Rur, sind zahlreiche meteorologische Stationen und Regenstationen, also kleinere Stationen, teils vorhanden gewesen, teils seitens der Gesellschaft, die diese Arbeiten unternimmt, neu eingerichtet, damit man die Verteilung der Regen-

mengen recht genau kennen lernen konnte. Die große Zahl dieser Stationen gestattete, Kurven gleicher Niederschlagshöhen für die einzelnen Monate und für mehrere Jahre aufzuzeichnen und die Regenmengen, die danach auf die verschiedenen Gebiete, besonders auf das abzusperrende Niederschlaggebiet entfielen, sehr genau zu bestimmen. Die beste

Kontrolle — und für alle unsere Messungen, wie Sie, meine Herren Fachgenossen, wissen, sind recht viele Kontrollen durchaus erwünscht, um Fehler, die sich leicht einschleichen können, zu vermeiden — die beste Kontrolle ist die, daß für die Jahreskarte das herauskommen muß, was man aus den Monatskarten ermittelt hat. Es hat sich hier ergeben, daß der Unterschied dieser Jahresmenge gegenüber der Summe der Monatsmengen so klein war, daß die Fehler innerhalb der Fehlergrenze der Planimetrierung zu suchen sind.

Es ist nun bisher nicht möglich gewesen, in allen Gebirgstälern derartige ausführliche Messungen der Regenmengen vorzunehmen. Aber die vielen Stationen, die wir besitzen, die das meteorologische Institut unter den Händen hat, die Zahlen, die jedem zur Verfügung stehen, bereits bevor sie durch den Druck veröffentlicht sind, gestatten doch, in vielen andern Tälern einen ausreichenden Anhalt zu gewinnen, und wenn man die Beziehungen zwischen Abflußmenge und Niederschlagsmenge in gewissen Tälern kennt, so wird

Fig. 7 bis 10.

Regenkarten für das Niederschlagsgebiet der Rur (Roer) und Urft.  
Die Niederschlagsmengen beziehen sich auf das Niederschlagsgebiet der Urft Talsperre von 375 qkm.

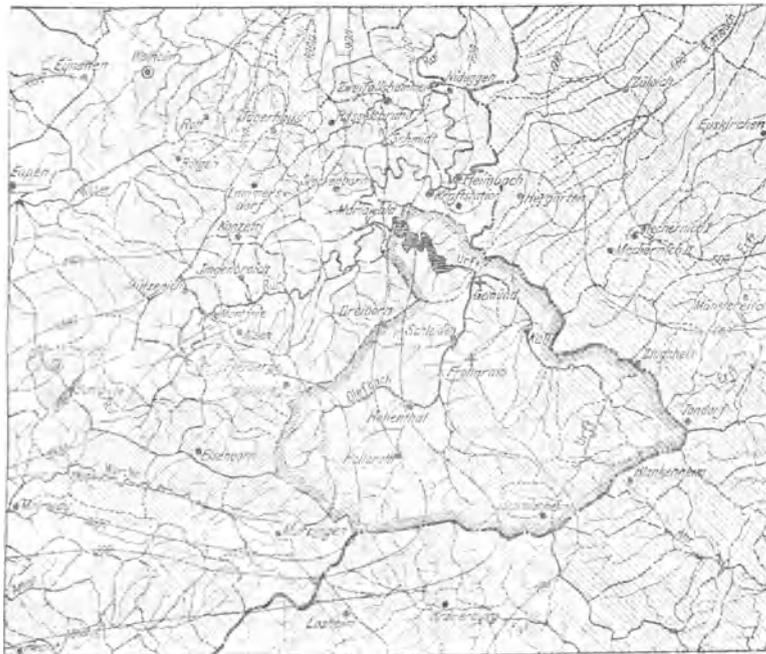
Niederschlagsmengen im Jahre 1900 328 383 000 cbm.

Niederschlagsmengen im Jahre 1901 362 945 000 cbm.



Niederschlagsmengen im Jahre 1902 304 925 000 cbm.

Niederschlagsmengen im März 1901 30 802 000 cbm.



	41 bis 50		71 bis 80		101 bis 110	} mm Monatsniederschläge im Jahresniederschläge
	51 » 60		81 » 90		111 » 120	
	61 » 70		91 » 100		121 » 130	

- ⊙ Station höherer Ordnung
- ⊕ selbstanzuweisende Regenstation
- Regenstation
- — — — — } Wasserscheide zwischen Rhein und Maas
- — — — — } Wasserscheiden niedriger Ordnung

man in den Nachbärtälern aus der Niederschlagsmenge allein schon auf die Abflußmenge einen hinreichenden Schluß ziehen können, bis man durch weitere Messungen eine schärfere Feststellung hat vornehmen können.

Was die Abflußmengen anbetrifft, so genügt es ja wegen des starken Wechsels des Abflusses in den Gebirgstälern nicht, hin und wieder einige Messungen vorzunehmen, son-

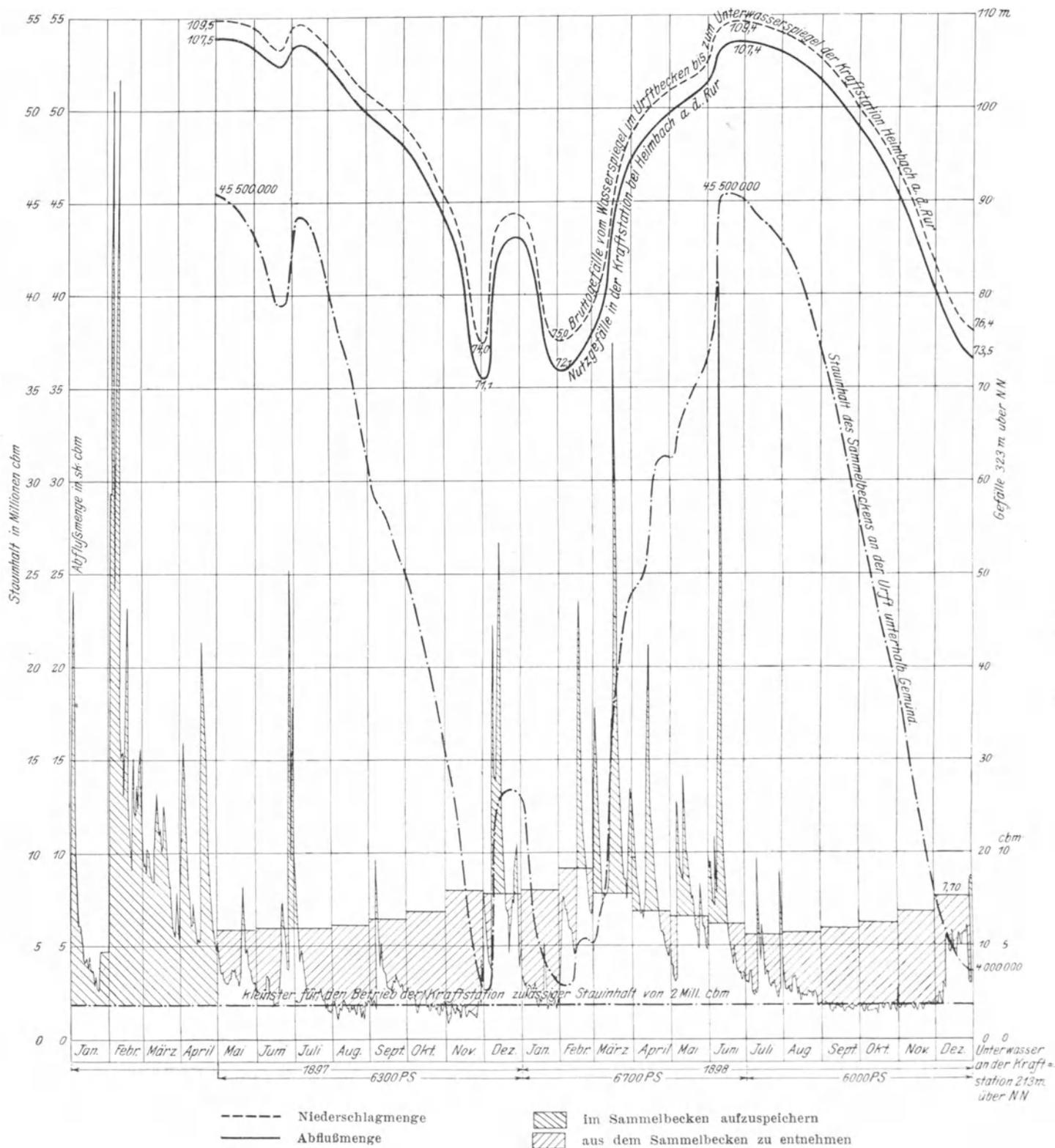
dern diese Messungen müssen fortlaufend Tag und Nacht hindurch ausgeführt werden. In den meisten der Gebirgstäler, die ich schon kurz erwähnt habe, sind daher selbsttätige Schwimmerpegel aufgestellt, aus deren Aufzeichnungen man die wechselnden Abflußmengen recht genau ermitteln kann. In Fig. 11 bis 13, welche die Abflutungen des 375 qkm großen Niederschlagsgebietes der Urft in der Eifel darstellen, sind

Fig. 11 bis 13. Wasserverhältnisse der Urft.

Fig. 11.

Betriebsplan für das Talbecken und das Kraftwerk für die Jahre 1897 und 1898.

Sekundlich abfließende Wassermengen. Geregelter Abfluß, wie er bei Benutzung der Urftalsperre von 45,5 Mill. cbm Inhalt bei 6000 bis 6700 PS Nutzleistung an 7200 Arbeitstunden im Jahr für die Zeit vom 1. Mai 1897 bis Ende Dezember 1898 möglich gewesen wäre. Schwankungen des Wasserinhaltes im Sammelbecken der Urft und des Nutzdrukkes in der Kraftstation bei Heimbach a. d. Rur.



----- Niederschlagsmenge  
 ————— Abflußmenge  
 ▨ im Sammelbecken aufzuspeichern  
 ▩ aus dem Sammelbecken zu entnehmen

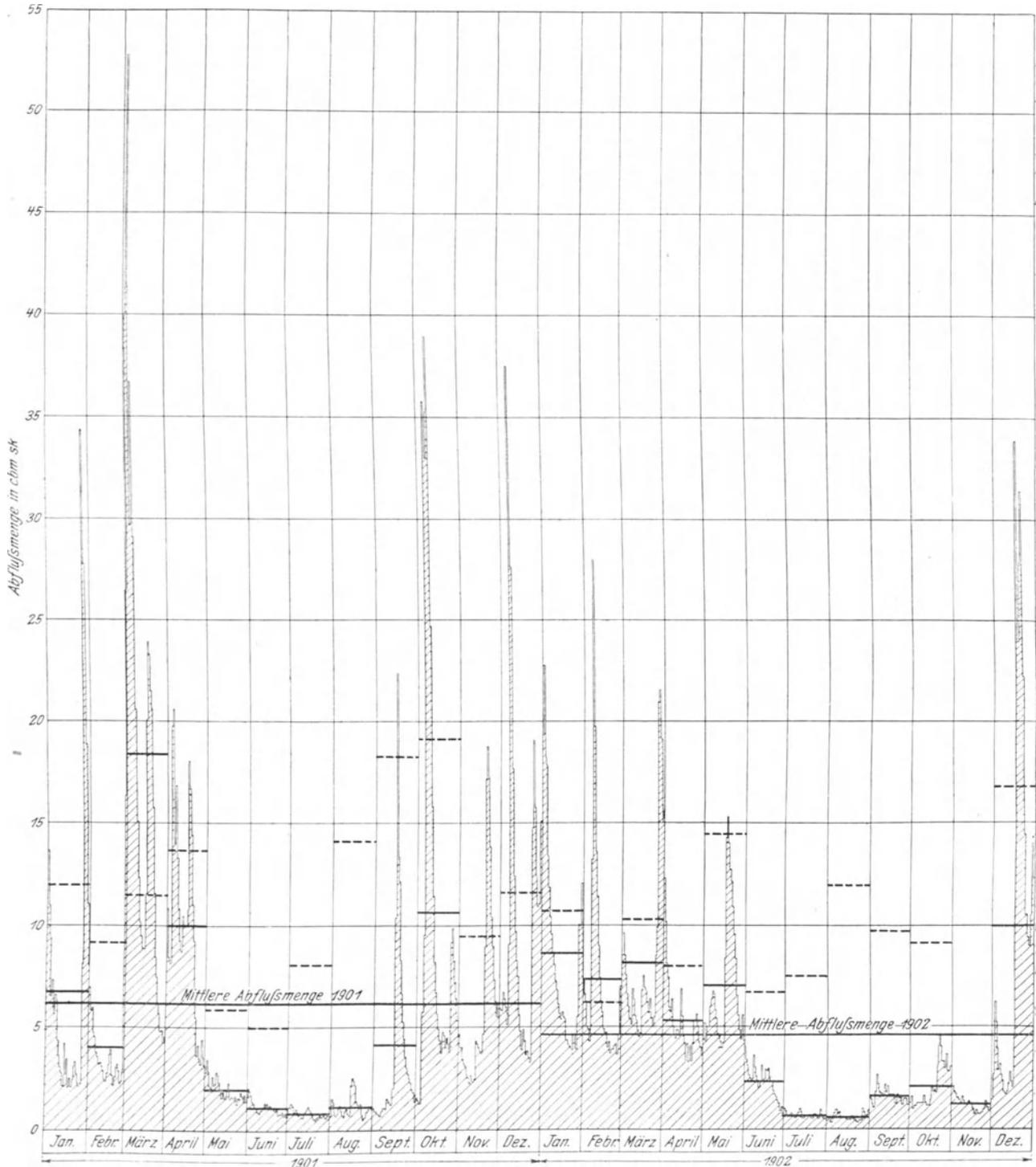
die aus früheren Einzelmessungen festgestellten Abflußmengen der Jahre 1897 bis 1898 und 1901 bis 1902 angegeben. Es sind also mehrere Jahre hindurch mit selbstaufzeichnenden Geräten die genauen Messungen vorgenommen worden, welche den Vergleich mit den eben erwähnten Bestimmungen der Regenmengen gestatten. Man sieht aus diesen Darstellungen, die die täglichen Abflußmengen, oder nach einem andern Maßstab gemessen, auch die sekundlichen Abflußmengen als Mittel während eines Tages angeben, wie

außerordentlich stark die Schwankungen von einem Monat zum andern, ja von Tag zu Tag sind. Nur wenn man die genauen Mengen Jahre hindurch feststellt, ist man imstande, auch die Jahresmenge recht genau zu ermitteln und sie mit den Niederschlagsmengen zu vergleichen. Darin liegt die vorzügliche Kontrolle derartiger Messungen, daß das, was in einem Jahr beim Vergleich zwischen Regen- und Abflußmenge gefunden ist, auch in den nächsten Jahren wenigstens in ganz ähnlicher Weise wieder eintreten muß.

Fig. 12.

Monatliche Niederschlagsmengen sowie monatliche und mittlere sekundliche Abflußmengen an der Absperrstelle für die Jahre 1901 und 1902.

Niederschlagsgebiet 375 qkm



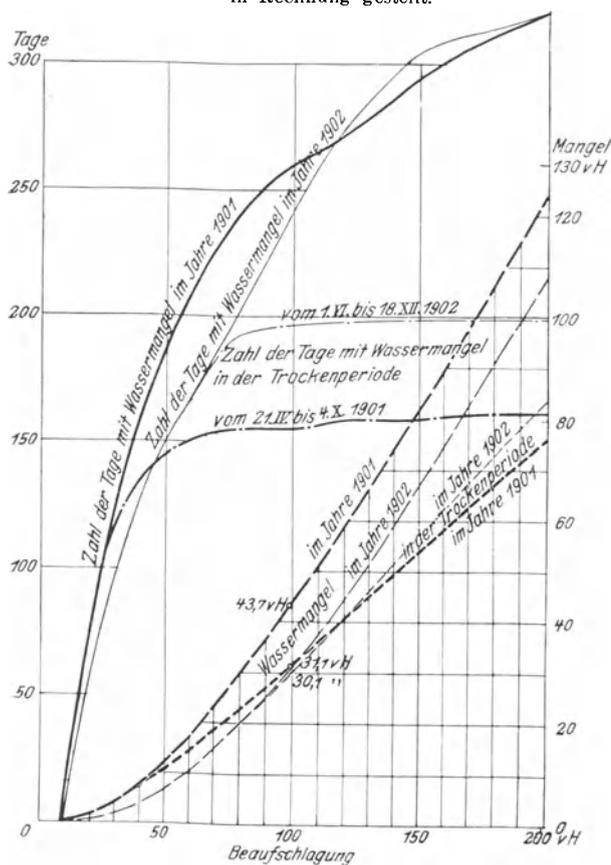
	1901	1902
Jahresabflußmenge . . . . . cbm	195 898 000	148 066 000
mittlere sekundliche Abflußmenge	6,216	4,695
mittlere Abflußmenge pro qkm . ltr sk	16,56	12,51

	1901	1902
Regenhöhe . . . . . mm	965	810
Abflußhöhe . . . . . >	522	395
Verlusthöhe . . . . . >	443	415

Diese Kontrolle, die in Rheinland und Westfalen, Schlesien und Böhmen wiederholt durchgeführt ist, hat eine recht gute Uebereinstimmung ergeben. Wenn nicht außergewöhnliche Verhältnisse vorliegen, d. h. wenn nicht das Wasser aus einem Niederschlagsgebiet durch klüftiges Gestein in Nachbartäler verschwindet, sondern das auf ein Niederschlagsgebiet fallende Meteorwasser auch im Abflußwasser zur Erscheinung kommt, dann sind von der Regenhöhe, die man für das ganze Jahr zu rechnen hat, 300 bis 350 mm abzuziehen, um im Rest die Abflußhöhe zu erhalten. Wo wesentliche Abweichungen hiervon in unsern Gebirgstälern vorkommen, liegen besondere Verhältnisse vor, und diese machen dann genauere Untersuchungen zur Feststellung von derartigen, wie ich sie eben erwähnte, möglichen besondern Verlusten nötig.

Fig. 13.

Zusammenhang zwischen der Aufschlagmenge der Motoren und dem mittleren Wassermangel, dargestellt in vH der mittleren Abflußmenge. Wassermangel und Abflußmenge sind gleichmäßig auf das Jahr verteilt in Rechnung gestellt.



In derselben Weise wie im Urftgebiet sind schon in früheren Jahren genaue Messungen in mehreren Tälern des Wuppergebietes aufgestellt worden, wie sie in Fig. 14 bis 16 zur Darstellung gebracht sind. Auch hier sehen wir dasselbe Bild, wie die Wassermengen von einem Tag zum andern fortwährend schwanken, und wir erkennen daraus auch das wirtschaftliche Elend in den Gebirgstälern; denn diese großen Lücken in einzelnen Monaten, die sich in manchem Jahr auf vier, fünf Monate erstrecken, zeigen uns, wie wenig Wasser in solchen Zeiten vorhanden ist, und wie sehr Industrie und Bevölkerung, die das Wasser brauchen, Not leiden müssen. Dieser Wassermangel hat in verschiedenen Gebieten so erschreckend zugenommen, daß die Bewohner sich schon genötigt glaubten, die Gebirgstäler verlassen zu müssen; manche insbesondere auch deshalb, weil sie nicht mehr genügend reines Wasser hatten, denn bei niedrigem Wasser wird die Verunreinigung natürlich schlimmer als bei hohen Wasserständen. Wenn sich dies, wie es jetzt Gott sei Dank der Fall ist, in verschiedenen Gebieten ändert, so kann man eine Rückwärtsbewegung der Bevölkerung in die Gebirgstäler veranlassen.

Aus diesen Messungen, wie sie in den eben erwähnten Tälern und in andern, auf die ich noch kommen werde, ausgeführt sind, lassen sich nun schon sehr bemerkenswerte Folgerungen ableiten, die nicht bloß theoretischen Wert haben, sondern von außerordentlicher praktischer Bedeutung sind; haben sie doch unsere Staatsbehörden veranlaßt, schon vor längerer Zeit gewisse Gesetze zu schaffen, die darauf hinausliefen, jeden nach Maßgabe des Nutzens, den er aus dem Wasser ziehen kann und auch wirklich zieht, mit Kosten zu belasten. Wir besitzen ein derartiges Zwangsgesetz für die Wupper, und es hat segensreich gewirkt. Der Zwang ist freilich heute kaum mehr nötig, denn gegenwärtig werden alle Beschlüsse bei solchen Ausführungen fast immer einstimmig gefaßt.

Die Beziehungen, die ich eben angedeutet habe, sind folgende. Wenn wir die gesamte Wassermenge für das ganze Jahr ausgleichen, erhalten wir eine Linie, wie sie z. B. bei *a-b* in Fig. 14 für das Bevertal angegeben ist. Was darüber hinausgeht, ist überschüssiges Wasser, und was fehlt, wird durch die Lücken unterhalb der Linie angezeigt. Diese Berge, wenn ich mich so ausdrücken darf, müßten in die Täler hineingetrieben werden, um den Ausgleich zu schaffen. Wenn also jemand auf eine bestimmte Wassermenge angewiesen ist, ich will annehmen, auf diese mittlere Abflußmenge von 44 100 cbm täglich, so hat er als Wassermangel die Flächen zu betrachten, die zwischen dieser Linie und den wirklichen Abflußmengen liegen, und wenn wir für eine andre Wassermenge, die nicht so hoch hinaufgeht, die niedriger ist, ebenfalls den Wassermangel ermitteln wollen, so finden wir ihn immer in den Flächen zwischen der betreffenden Wagerechten und der darunter liegenden Begrenzung der Abflußmengen. Stellen wir dieses Verhältnis des Wassermangels zum Wasserbedarf zeichnerisch dar, so erhalten wir eine ganz bestimmte Kurve, wie sie in der Figur 13 ebenfalls angegeben ist. Es ist die Wassermangelkurve, ausgedrückt in Hunderteile des mittleren Wassers. Hat also ein Besitzer einen bestimmten Bruchteil des Mittelwassers zur Beaufschlagung nötig, so kann man aus dieser Kurve ablesen, wie groß sein Mangel innerhalb des Jahres gewesen ist, und wenn man ihm durch eine besondere Anlage, wie das Sammelbecken der Talsperre eine solche ist, das nötige Wasser liefert, so muß er auch dafür bezahlen. Hat jemand eine größere Anlage, kommt er also mit seinem Gebrauch über das Mittelwasser hinaus, so wird sein Mangel noch größer werden, bedarf er weniger, so wird er geringer werden, und erst bei einem bestimmten Prozentsatz dieser Mittelwasserlinie, der beispielsweise nach Fig. 14 für das Bevertal etwa bei einer täglichen Bedarfsmenge von 5000 cbm liegt, würde das ganze Jahr hindurch Wasser genug vorhanden sein. Wenn somit jemand nicht mehr Wasser gebraucht als bis zu dieser Grenze, so würde er von einem Sammelbecken keinen Nutzen haben, und dann wird er auch nicht zu den Kosten herangezogen.

Das, m. H., war vor etwa 15, 16 Jahren eine sehr schwierige Frage: wie soll man die Interessenten zu den Kosten heranziehen? und die Kommissare der Ministerien waren zunächst im Zweifel, ob es möglich sei, ein Zwangsgesetz zu schaffen, um die einzelnen in passender Weise zu belasten. Nachdem wir auch in andern Tälern übereinstimmend solche Beziehungen gefunden haben, war es nicht sehr schwer, die Belastung, die der einzelne zu tragen hat, herauszufinden. Wer zu seinem Wasserverbrauch aus einem Sammelbecken kein Wasser mehr nötig hat, wird nicht belastet, und wer viel nötig hat und bekommt, wird stärker belastet. Was man jemand gibt, muß er bezahlen, wenn es aus dem Sammelbecken stammt, und wenn er seinen vollen Mangel nicht decken kann, so zahlt er eben nicht mehr, als ihm aus dem Becken gegeben werden kann.

Auf der andern Seite ließen sich nun auch die Kurven darstellen, aus denen man erkennen kann, wieviel Tage im Jahr ein solcher Wassermangel herrscht. Durch diese zweite Kurve (vergl. Fig. 16) ermittelt man für jede Beaufschlagung die Zahl der Tage, an denen das Wasser gefehlt hat, und das ist es ja, was man wissen muß, wenn man einen Mangel abstellen will: Wie groß ist der Mangel, und während welcher Zeit hat er sich herausgestellt?

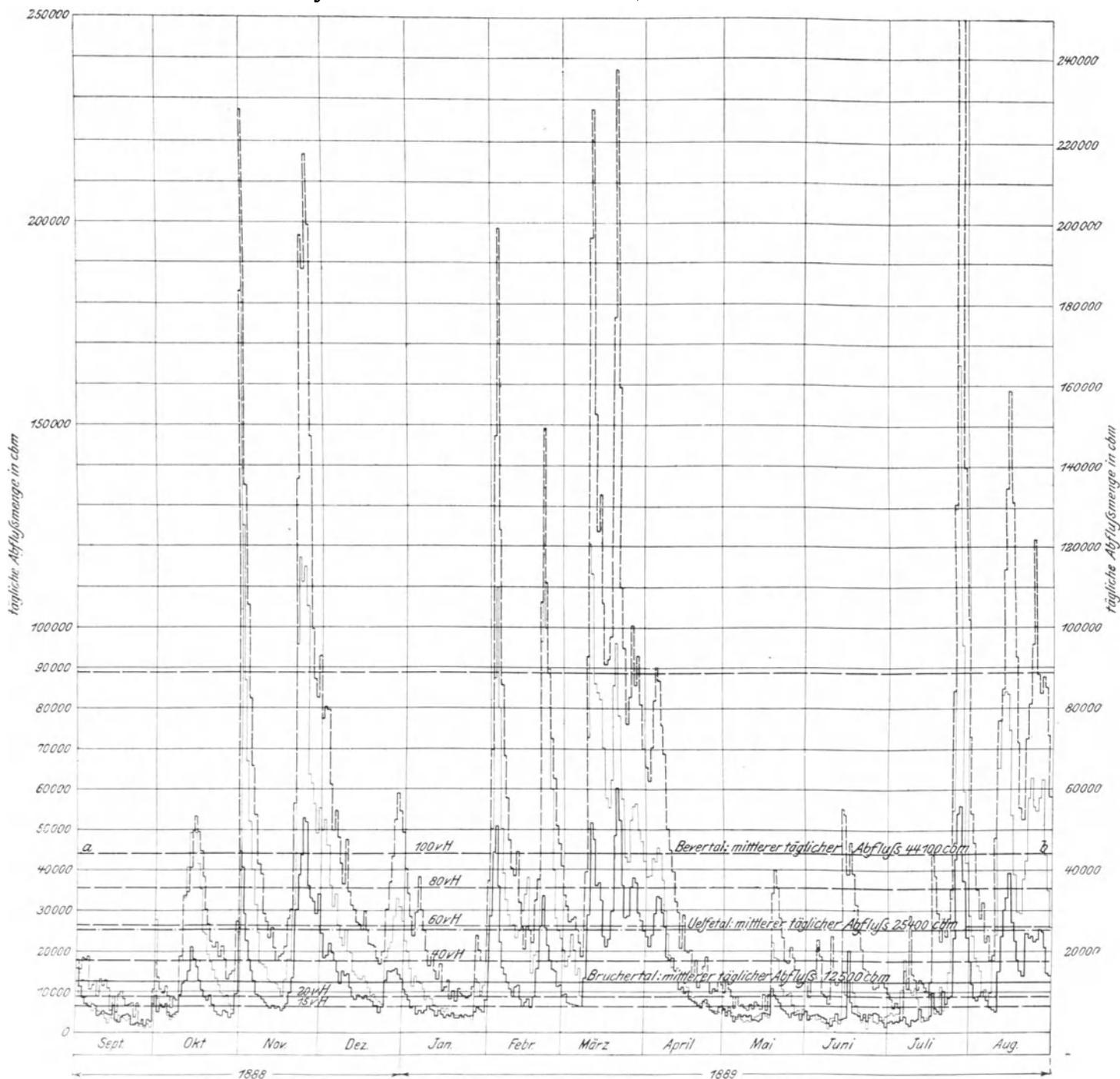
Ferner ist es noch von Interesse, zu wissen, wie es sich mit diesem Mangel gerade in Zeiten der Trockenheit verhält. Eine Trockenperiode trat z. B. in den eben besprochenen Tälern des Wuppergebietes im April und Mai 1889 ein (vergl. Fig. 14). Weitere kleinere Trockenperioden kommen im Lauf eines Jahres auch noch in Frage; aber man sieht, daß, wenn man über die Haupttrockenperiode hinauskommt, der Ueberschuß an Wasser gestattet, solches wiederum anzusammeln und in den folgenden Trockenperioden hieraus den Mangel zu decken.

Diese Darstellungen geben auch einen guten Anhalt dafür, wie groß solche Sammelbecken gemacht werden müssen.

Je nach dem Bedarf, der zu decken ist, kann man aus ihnen die Häufigkeit der Füllung eines Sammelbeckens ableiten. Das ist ebenfalls bei uns geschehen, so daß man nicht Sammelbecken anlegt, die entweder viel zu groß oder viel zu klein sind. Ich muß das hervorheben, weil die Unkenntnis dieser Wasserverhältnisse in manchen Fällen zu Mißgriffen in dieser Beziehung geführt hat. Ist die Anlage viel zu groß, kommt vielleicht alle 10 Jahre einmal eine Füllung vor, oder braucht man das Becken nicht ganz abzulassen, so ist das eine Verschwendung, die unter Umständen den wirtschaftlichen Erfolg eines solchen Werkes sehr beeinflussen kann.

Fig. 14 bis 16. Wasserverhältnisse im Wuppergebiet.

Fig. 14. Tägliche Abflusmengen im Bever-, Uelfe- und Bruchertal.



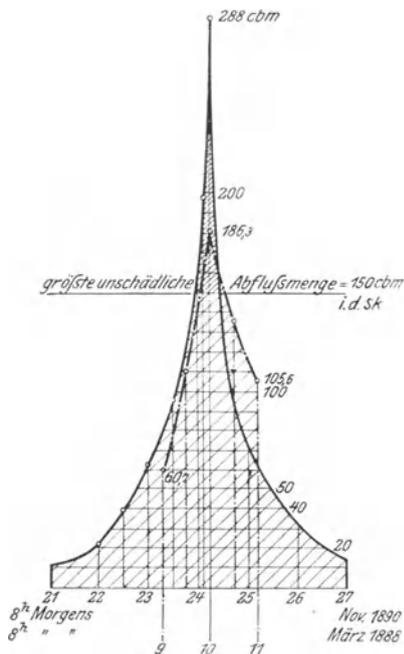
	Bevertal	Uelfetal	Bruchertal
Niederschlaggebiet	22,0 qkm	14,9	7,19
Jahresabflußmenge	16 096 000 cbm	9 262 000	4 564 000
mittlere Abflußmenge pro qkm	23,2 ltr sk	21,0	20,4

Fig. 17 zeigt uns das Ergebnis dieser Messungen in einem andern Tal, im Oestertal in Westfalen, und gibt ebenfalls wieder die Wassermangelkurven von zwei verschiedenen Jahren und die Kurven für die Zahl der trockenen Tage während eines Jahres. Wir sehen, daß diese Linien in gewissem Sinn übereinstimmen; ich brauche das nicht zu wiederholen, was ich bei andern Zeichnungen erwähnt habe. Es ist aber von Interesse zu sehen, wie in den verschiedensten Gebieten immer wieder ähnliche Kurven herauskommen, so daß wir uns eine Formel konstruieren könnten, die ziemlich genau das Richtige treffen wird, wenn derartige Messungen einige Male gemacht sind.

Die Regelung der Wasserverhältnisse der Ruhr gibt noch zu weiteren Betrachtungen Veranlassung. Die Ruhr — ich muß betonen Ruhr; wir besitzen auch eine Rur, die in der Eifel entspringt und sich später zur Maas wendet —, also dieser durch Westfalen und Rheinland fließende Strom, der bei Ruhrort in den Rhein mündet, ist ganz besonders Einflüssen ausgesetzt: nicht nur den natürlichen Schwankungen der Wasserverhältnisse, wie sie für ein Jahr, 1902, nach genauen Messungen in Fig. 18 bis 21 dargestellt sind, sondern

Fig. 15.

Größte Hochwasseranschwellungen der Wupper bei Barmen für 316 qkm Niederschlagsgebiet.



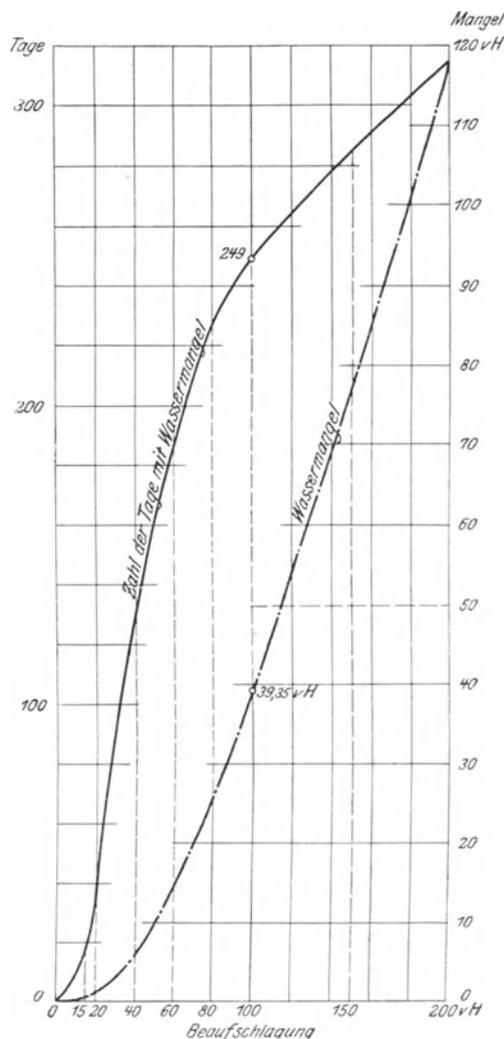
auch den künstlichen Einwirkungen der außerordentlich zahlreichen Pumpwerke, die das rheinisch-westfälische Industriegebiet von Unna und Hamm im Osten bis Duisburg und Ruhrort im Westen mit Wasser versorgen. Die Uebelstände, die durch diese Pumpwerke (s. auch Fig. 1) schon vor Jahren, wir können wohl sagen vor Jahrzehnten, hervorgerufen waren, hatten zu den ernstesten Klagen Veranlassung gegeben. Die Triebwerkbesitzer an der unteren Ruhr, die ihre Betriebsverhältnisse mit denen in früherer Zeit verglichen, behaupteten, ihnen werde so gewaltig viel Wasser durch die Pumpwerke entzogen, daß sie ihren Betrieb nicht mehr richtig aufrecht erhalten könnten. Sie wurden bei den Behörden vorstellig, sie wollten geschützt sein; sie fingen Klagen gegen die Pumpwerke an. Die Frage mußte deshalb genau untersucht werden. Die Gesetzgebung steht ja den Pumpwerken zur Seite. Wer Grundwasser aus Brunnen pumpt, kann nach dem heutigen Gesetz eigentlich unbeschränkte Wassermengen entnehmen; er kann damit machen, was er will, ohne daß man ihn gesetzlich für irgend einen Schaden, den er veranlaßt, haftbar machen könnte. In dieser Weise schwierig lagen auch hier die Verhältnisse. Die Untersuchung zeigte, daß tatsächlich gewaltige Wassermassen zum Schaden andrer weggepumpt werden. Die dunkel schraffierten Flächen in Fig. 18 geben an, wieviel Wasser an jedem einzelnen Tag

in den Trockenzeiten durch die Pumpwerke entnommen wird, und wieviel in der Ruhr verbleibt. Man sieht, daß der Prozentsatz hier schon sehr hoch ist; heute beträgt die Entziehung des Wassers an der unteren Ruhr durch die Pumpwerke schon beinahe  $5\frac{1}{2}$  cbm/sk, und das ist eine Menge, welche die Triebwerke ganz gewiß in ihren Leistungen beeinträchtigt.

Die Klage hierüber hat noch einen ganz besondern Beigeschmack. Die Triebwerkbesitzer an der unteren Ruhr führten nicht nur wegen dieser Entziehung in Trockenzeiten, wo sie ihren Betrieb einschränken mußten, Beschwerde, sondern sie sagten: Das Wasser, das uns entzogen wird, wird

Fig. 16.

Zusammenhang zwischen der Aufschlagwassermenge der Motoren und dem mittleren Wassermangel, dargestellt in vH der mittleren Abflußmenge. Wassermangel und Abflußmenge sind gleichmäßig auf das Jahr verteilt in Rechnung gestellt. 1. September 1888 bis 31. August 1889.



unsern Konkurrenten zugepumpt und kommt ihnen zu gute. Die Untersuchungen haben tatsächlich ergeben, daß diese Schädigung so bedeutend ist, daß einer weiteren Ausdehnung vorgebeugt werden muß. Ja, es wäre die größte Gefahr für die Pumpwerke selbst vorhanden gewesen. Wenn sie schließlich immer weiter herunterpumpten, so hätten sie auch aus dem Grundwasser nichts mehr entnehmen können und wären, wenn sie auch die Konzession hatten, einfach zum Erliegen gekommen. Wer das rheinisch-westfälische Industriegebiet kennt, kann sich vielleicht einen Begriff machen, welche gewaltigen Mißstände dann eingetreten wären.

Gerade diese traurige Aussicht, die man den Pumpwerken an der Ruhr machen konnte, hat mitgeholfen, ohne Gesetz, ohne Zwang, hier eine Vereinigung zustande zu bringen, deren Schaffung das hervorragende Verdienst des Finanzministers Freiherrn von Rheinbaben ist, der es als Regierungs-

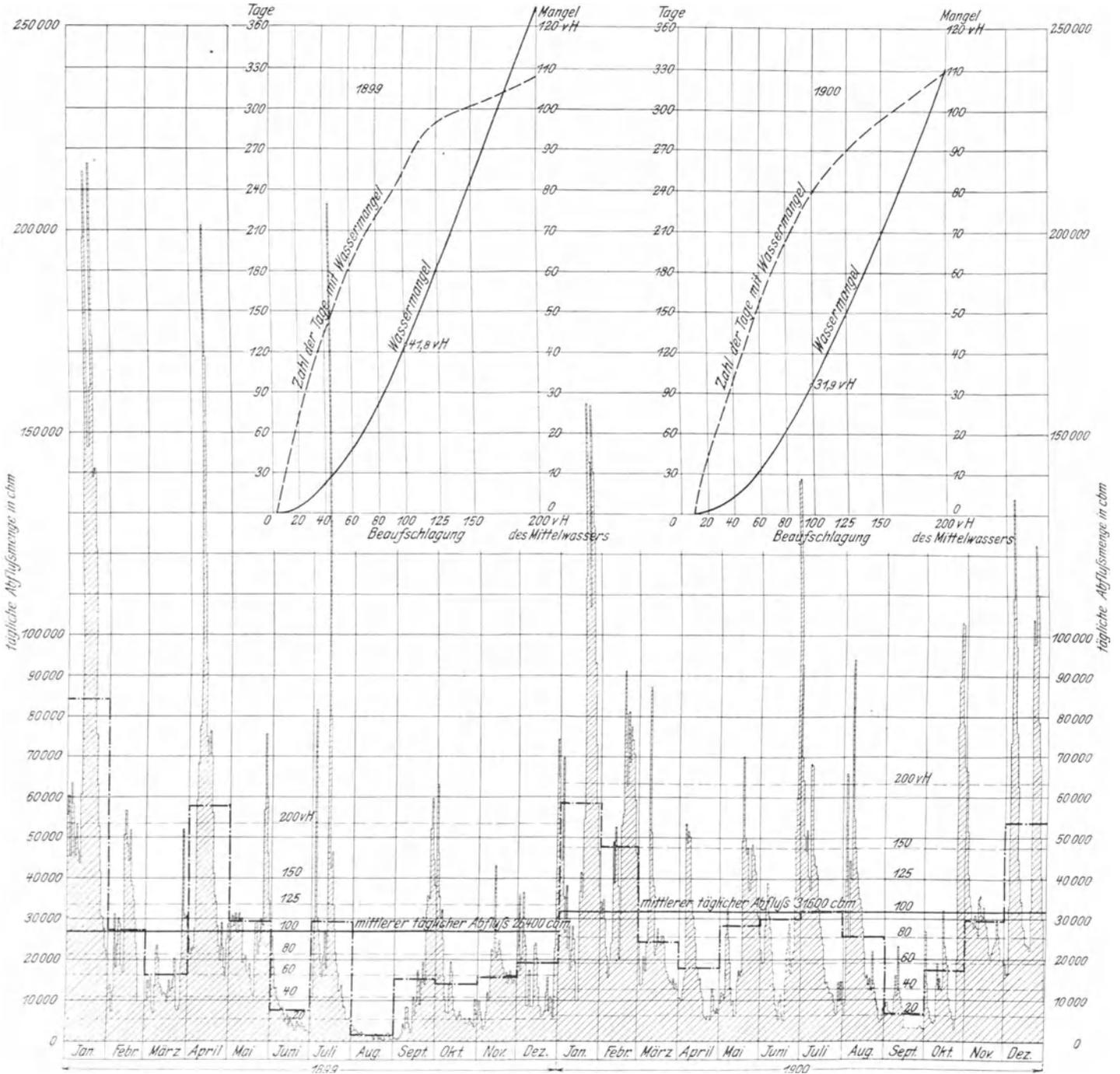
präsident von Düsseldorf fertig brachte, auf Grund dieser genauen Untersuchungen alle Pumpwerkbesitzer und alle Wassertriebwerke an der unteren Ruhr zu dem sogenannten Ruhrtalsperrenverein zusammenzufassen. Die Mitglieder dieses Vereines sind verpflichtet, nach einem gewissen Tarif für das gepumpte Wasser eine Abgabe zu leisten, damit man diese Einnahme verwenden kann, um Wasser für die Trockenzeiten zu schaffen und die Lücken, die durch den Betrieb entstehen, zu decken. Das kann nur geschehen, wenn man

das überschüssige Hochwasser in den Gebirgstälern festhält durch Talsperren, durch Sammelbecken, und nun in trockener Zeit das Wasser herunterläßt. — Die Zeit würde nicht ausreichen, um alles im einzelnen zu erläutern; es ist in Fig. 19 näher angegeben, was die Darstellungen zu bedeuten haben, es wird aber vielleicht auch so schon das Bild klar genug sein. — Gerade die Entziehung in den Trockenmonaten ist von ganz besonderem Nachteil, und nur in dieser Zeit braucht der Ersatz geliefert zu werden. Denn wenn

Fig. 17.

Tägliche Abflußmengen im Oestertal in den Jahren 1899 und 1900.

Zeichnerische Darstellung des Zusammenhanges zwischen der Aufschlagwassermenge der Motoren und dem mittleren Wassermangel, dargestellt in vH der mittleren Abflußmenge. Wassermangel und Abflußmenge sind gleichmäßig auf das Jahr verteilt in Rechnung gestellt.



Niederschlagsgebiet 13,10 qkm.

	1899	1900
Jahresabflußmenge . . . . .	9 624 000	11 534 000
mittlere tägliche Abflußmenge . . . . .	26 400	31 600
mittlere Abflußmenge pro qkm . . . . .	23,4	28,0
Abflußhöhe im Jahre . . . . .	734	880

Fig. 18.

Die Wasserverhältnisse der unteren Ruhr im Jahre 1902 und ihre Beeinflussung durch Pumpwerke und Sammelbecken.

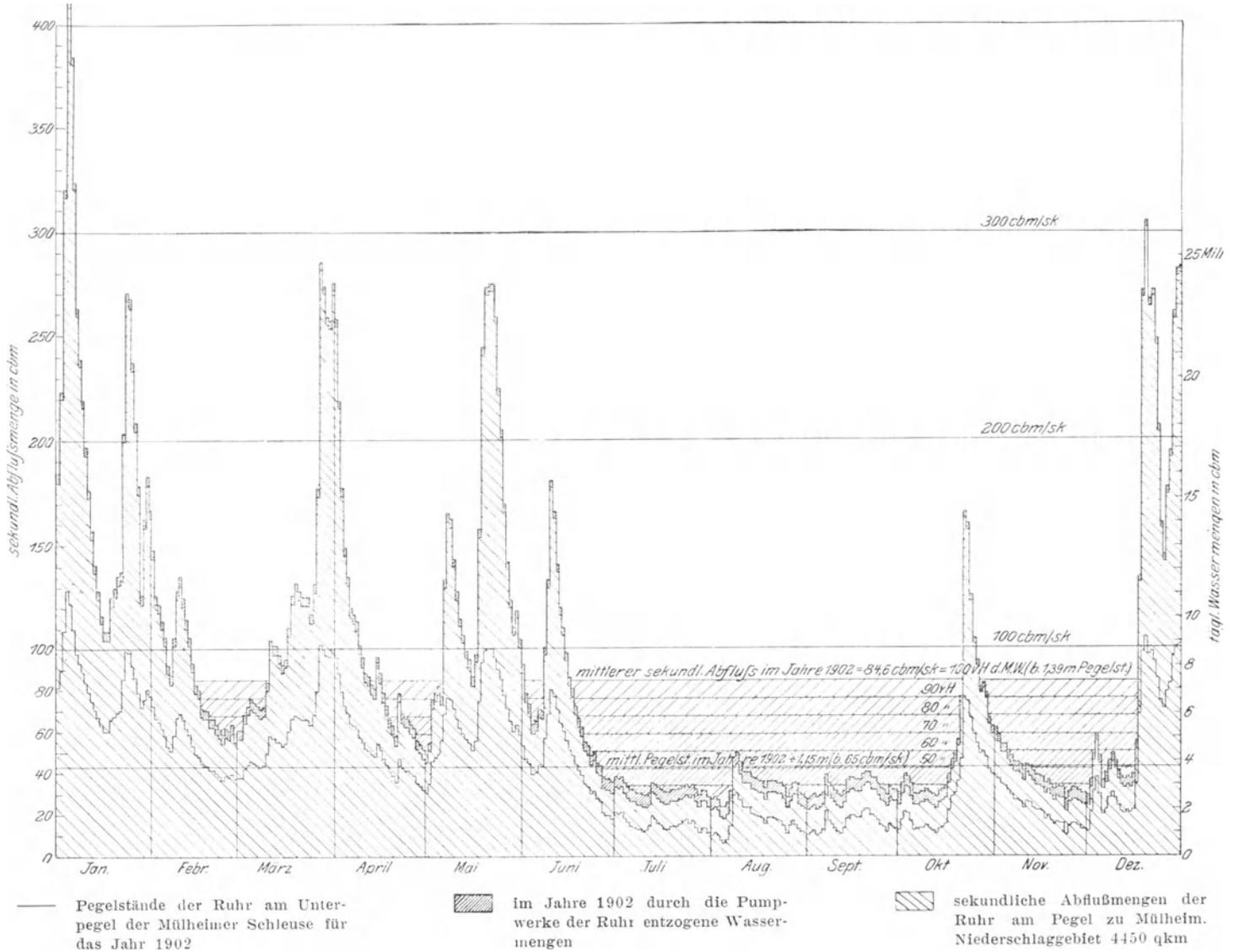
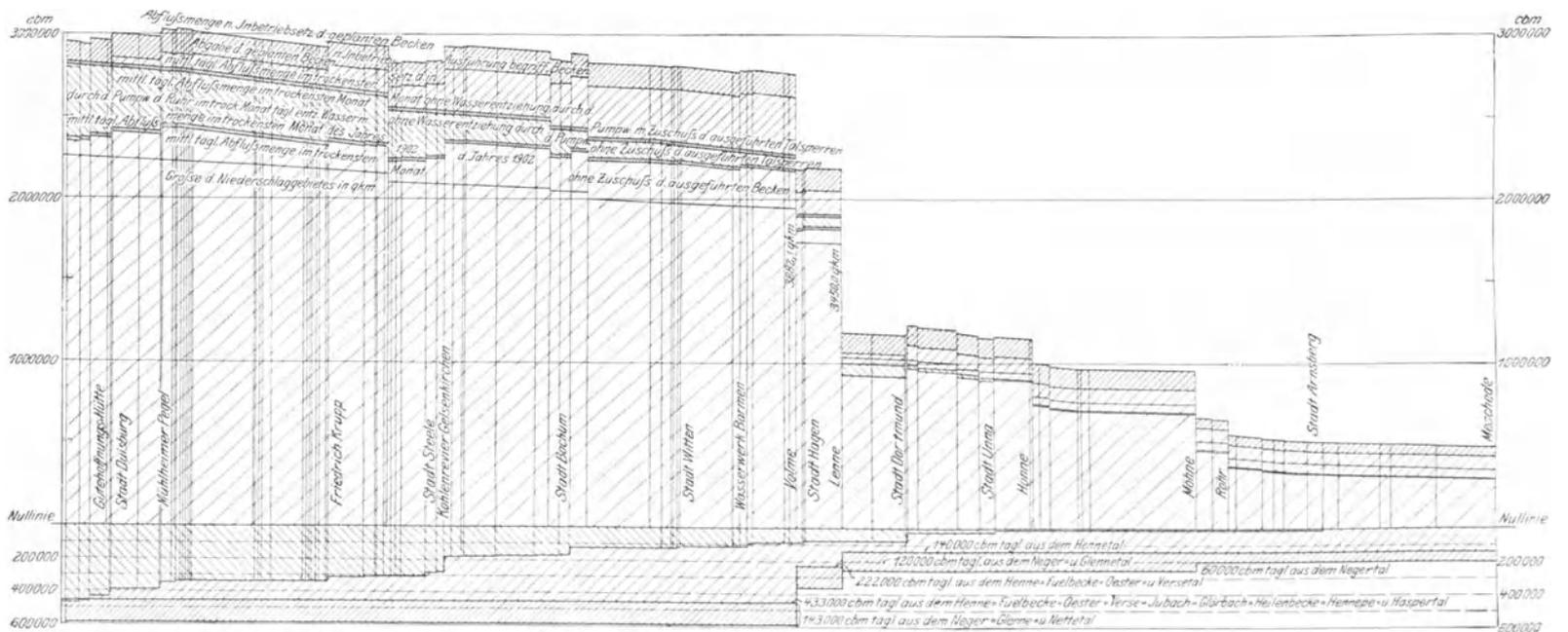


Fig. 19.

Wasserverhältnisse der unteren Ruhr im Jahre 1902 und ihre Beeinflussung durch Pumpwerke und Sammelbecken.

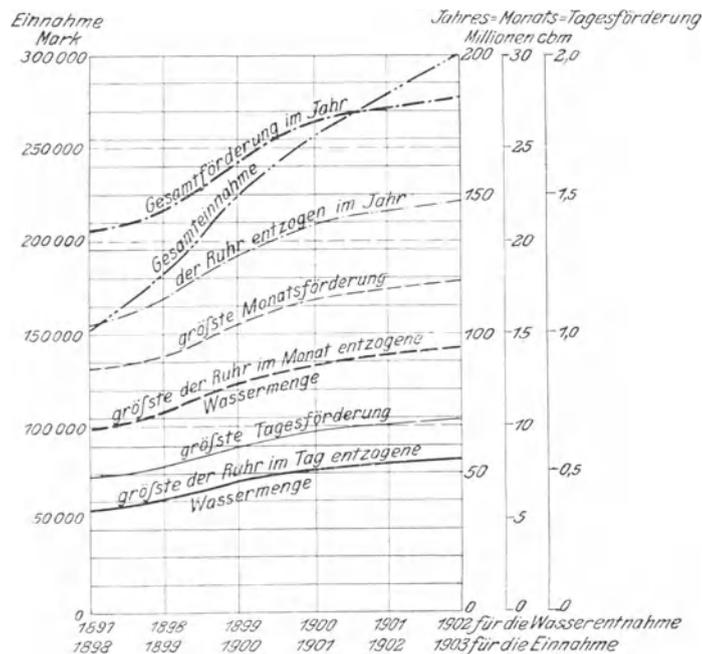


hohe Wasserstände in der Ruhr und auch in dem sehr durchlässigen Kiesboden herrschen, dann wird die Entziehung, wie man aus Fig. 18 und 19 sieht, für das fließende Wasser in der Ruhr keine praktische Bedeutung mehr haben. Daher war man in der glücklichen Lage, mit verhältnismäßig nicht zu großen Sammelbecken diese Lücken in trockener Zeit decken zu können.

Wie der Betrieb, seit dieser Verein geschaffen ist, seit 1898, sich entwickelt hat, zeigen die Kurven in Fig. 20. Die Wassermengen, die täglich gepumpt werden, sind gestiegen; die Einnahmen, die aus dem Wasser gewonnen werden, haben sich von 150 000 *M* jährlich, für das Betriebsjahr 1897, für das zuerst bezahlt werden mußte, bereits jetzt auf 350 000 *M* erhöht. Die Konzessionsgesuche der Pumpwerkbesitzer wachsen von Jahr zu Jahr in man möchte sagen erschreckendem Maße. Es liegen Anträge vor, zu den 180 Millionen cbm Wasser, die jetzt durch die Pumpwerke jährlich aus dem Ruhrgebiet fortgepumpt werden<sup>1)</sup>, im nächsten Jahre Konzessionen für 30 bis 40 Millionen cbm zu erteilen, und das wird sich vielleicht in den folgenden Jahren und Jahrzehnten noch in außer-

Fig. 20.

Steigerung der Wasserförderung der Werke an der unteren Ruhr von 1897 bis 1902 und der Einnahme des Ruhrtalsperrenvereines von 1898 bis 1903.



ordentlichem Maße steigern. Die Frage ist doch eine sehr ernste: Kann eine solche Konzession noch gegeben werden, kann man Ersatz für das weggepumpte Wasser schaffen? Glücklicherweise ist das in dem großen Niederschlagsgebiet der Ruhr der Fall. Wir besitzen sehr viele Täler, wie die Karte Fig. 1 schon gezeigt hat, die herangezogen werden können; aber die Rücksicht auf die Zukunft gebietet, bei dieser Absperrung die äußerste Vorsicht insofern zu wahren, als eine Anlage, die jetzt vielleicht zu klein gemacht wird, später schwerlich vergrößert werden kann. Es muß also jedes Tal, das abgesperrt wird, gleich bis zur vollen Ausnutzung ausgebaut werden, und das ist eine wirtschaftliche Schwierigkeit, denn der Ausbau der Täler kostet Geld. Es wurde bisher angenommen und auch ziemlich gut durchgeführt, daß die beiden Interessenten, die im unteren Ruhrtal — das sind die Pumpwerke — und die im oberen Quellgebiet — das sind die kleinen Triebwerke —, die Kosten etwa zu gleichen Teilen tragen würden. Aber je weiter man im Gebirge hinaufgeht, je mehr solcher Werke man schafft, um so schwerer ist es natürlich, für eine große Anlage die nötige Zahl der Interessenten in den Gebirgstälern zu finden, und

<sup>1)</sup> 1905 rd. 220 Mill. cbm.

daher erwächst bei dieser schweren Frage, ob die Konzessionen in dem genannten Umfang erweitert werden dürfen, die weitere Frage: Wer trägt die Kosten, daß diese Anlagen gleich so groß gemacht werden können, daß auch alles Wasser aus den Gebirgstälern ausgenutzt wird? Denn es ist ja Tatsache, daß eine kleine Anlage nachher nicht verdoppelt werden kann; die Kosten, die dann erwachsen, würden ganz unerschwinglich sein. Das hat jetzt Veranlassung gegeben, die Abgaben des Ruhrtalsperrenvereines noch ein wenig zu erhöhen, um ohne den halben Beitrag zu den Anlagekosten seitens der Interessenten in den Gebirgstälern auch für die Pumpwerke und Triebwerke an der unteren Ruhr das nötige Wasser zu schaffen.

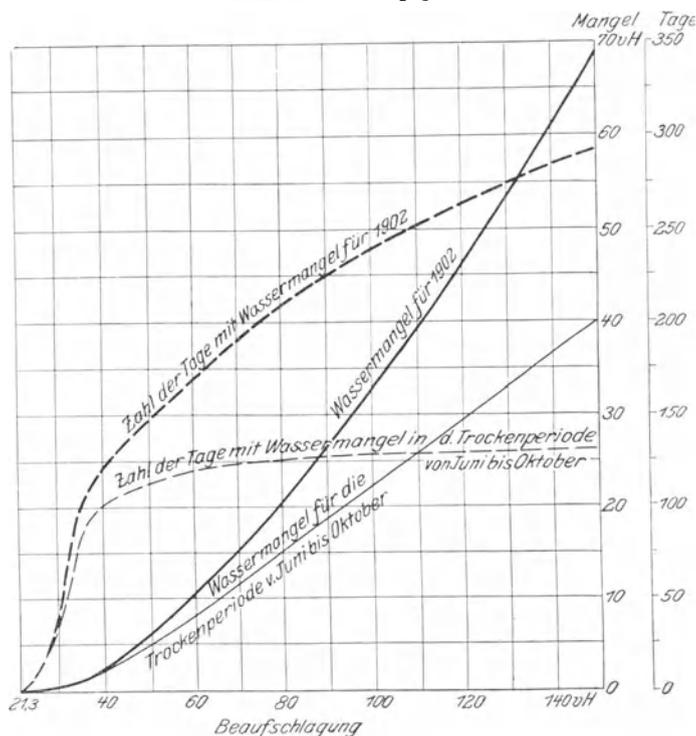
Nachdem es gelungen ist, diesen Ruhrtalsperrenverein zu

Fig. 21.

Zusammenhang zwischen der Aufschlagwassermenge und dem mittleren Wassermangel der Motoren, dargestellt in vH der mittleren Jahresabflußmenge

- 1) für das ganze Jahr 1902
- 2) für die trockene Zeit von Juni bis Oktober.

Wassermangel und Abflußmenge sind gleichmäßig auf das Jahr verteilt in Rechnung gestellt.



gründen, dessen geschäftliche Entwicklung jetzt ganz von selbst ohne irgend eine Reibung vor sich geht, entstehen durch die hohen Zuschüsse, die der Verein liefern kann; nach und nach die großen Anlagen in den Gebirgstälern, die viel umfangreicher sind, als die zunächst gelegenen Interessenten sie sonst bauen würden. Damit ist also einer möglichst vollkommenen Ausnutzung dieser Gebirgstäler die Bahn geöffnet, wie ich an einzelnen Plänen nachher noch näher erläutern werde. Auch ist durch diese Vereinigung, die freie Vereinigung nicht nur der Pumpwerke — ich muß das hinzufügen —, sondern auch der Triebwerke an der unteren Ruhr, die mit zum Ruhrtalsperrenverein gehören, jeder Zwiespalt beseitigt, und die Prozesse, die angestrengt waren, sind beigelegt. Auch das hat einen außerordentlich großen wirtschaftlichen Nutzen.

Bezüglich der Wasserverhältnisse Schlesiens darf ich auf die Darstellung in Fig. 22 aufmerksam machen, die ganz ähnlich wieder für den Queis bei Marklissa, dessen Talsperre in diesem Jahre fertig werden wird, die Wasserverhältnisse für zwei verschiedene Jahre darstellt. Auch hier sind die Wassermangelkurve und die Kurve für die Zahl der Trockentage angegeben; wir sehen wieder ganz ähnliche Linien wie in den früheren Figuren. Der Verlauf der Wasser-

abflußmenge ist fast genau derselbe wie in den Tälern Rheinlands und Westfalens. Auch hier finden wir die fortwährenden Schwankungen der Abflußmenge, und auch hier kommen während der Trockenzeiten diese großen Lücken vor, die wiederum durch die Sammelbecken ausgeglichen werden können.

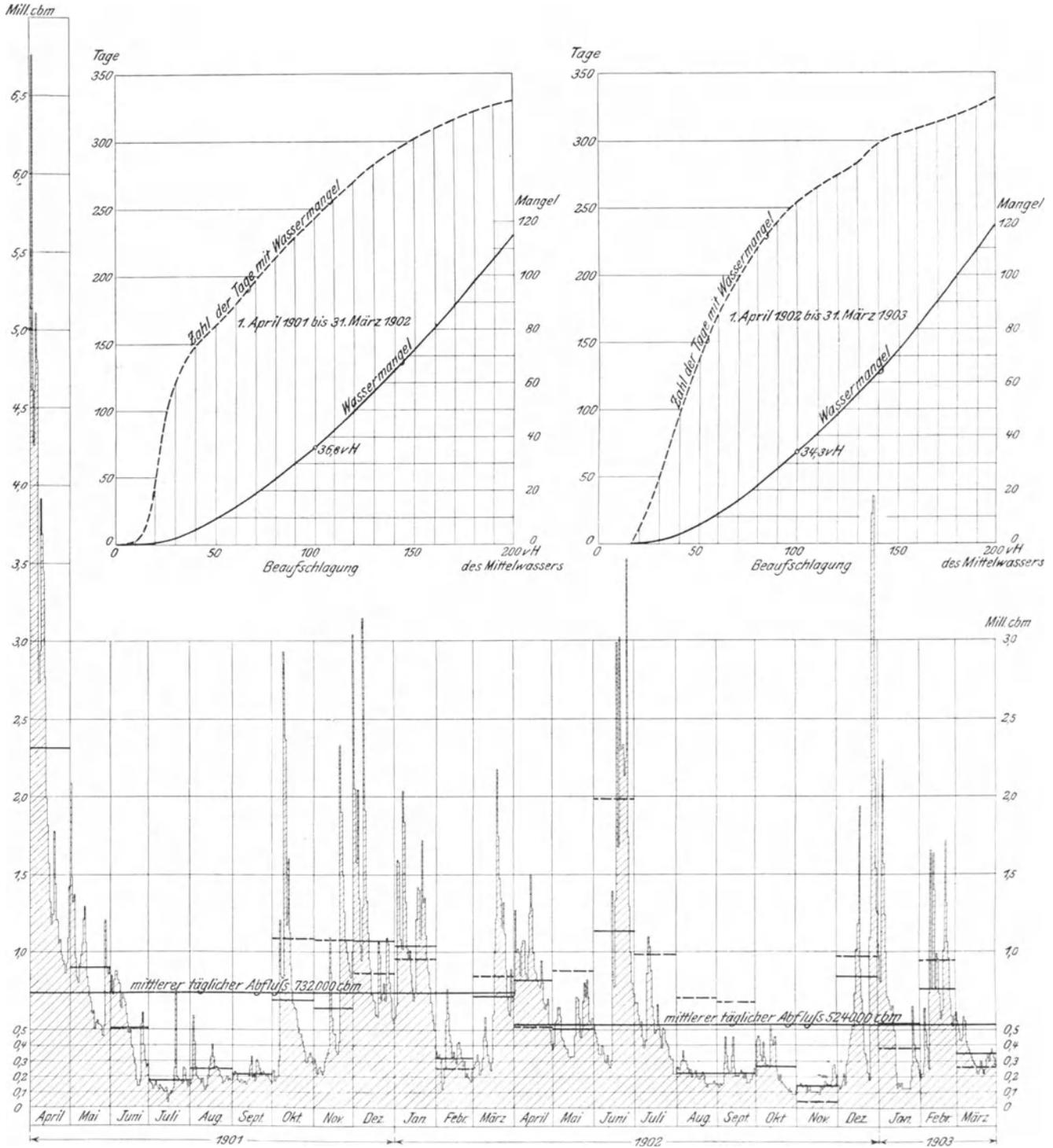
Für Schlesien war es nun vorwiegend noch ein anderer Gesichtspunkt, welcher zur Anlage größerer Sammelbecken drängte; es waren die gewaltigen Anschwellungen der

sekundlichen Abflußmenge, die an einzelnen Tagen und einzelnen Stunden vorkommen. Diese großen Wassermassen — Sie sehen, wie schnell sie ansteigen und wieder herunterfallen — sollen zunächst festgehalten werden, um dann langsam und unschädlich nicht nur, sondern wenn möglich nutzbringend ins Tal abzufießen. Waren es doch in Marklissa am Queis für ein Niederschlagsgebiet von 305 qkm im Juli 1895 etwa 780 cbm sekundlich, die aus dem Tal herunterstürzten, während der Queis nur, ohne Schaden anzurichten,

Fig. 22.

Monatliche Niederschlagsmengen sowie tägliche und monatliche Abflußmengen im Queis an der Talsperre bei Marklissa.

Zeichnerische Darstellung des Zusammenhanges zwischen der Aufschlagwassermenge der Motoren und dem mittleren Wassermangel, dargestellt in vH der mittleren Abflußmenge. Wassermangel und Abflußmenge sind gleichmäßig auf das Jahr verteilt in Rechnung gebracht.



Niederschlagsgebiet 305 qkm.

Jahresabflußmenge . . . . . cbm  
mittlere Abflußmenge für 1 qkm . . . . . ltr/sk

vom 1. 4. 1901 bis 31. 3. 1902  
266 865 588  
27,9

vom 1. 4. 1902 bis 31. 3. 1903  
191 421 656  
20,02

etwa 110 cbm/sk an dieser Stelle fassen kann. Der ganze Ueberschuß mußte also hier zurückgehalten werden.  
 Besser noch als in Fig. 22, die sich auf Jahre bezieht, in denen eine so gewaltige Flut nicht vorgekommen ist,

ersieht man die Hochwassererscheinungen Schlesiens aus Fig. 23 bis 32, die sich auf Bober und Queis beziehen; es ist so genau, wie es möglich war, nach dem Verlauf der Hochfluten festgestellt worden, wie sich die sekund-

Bober bei Sagan 1897. Niederschlaggebiet 4247 qkm.

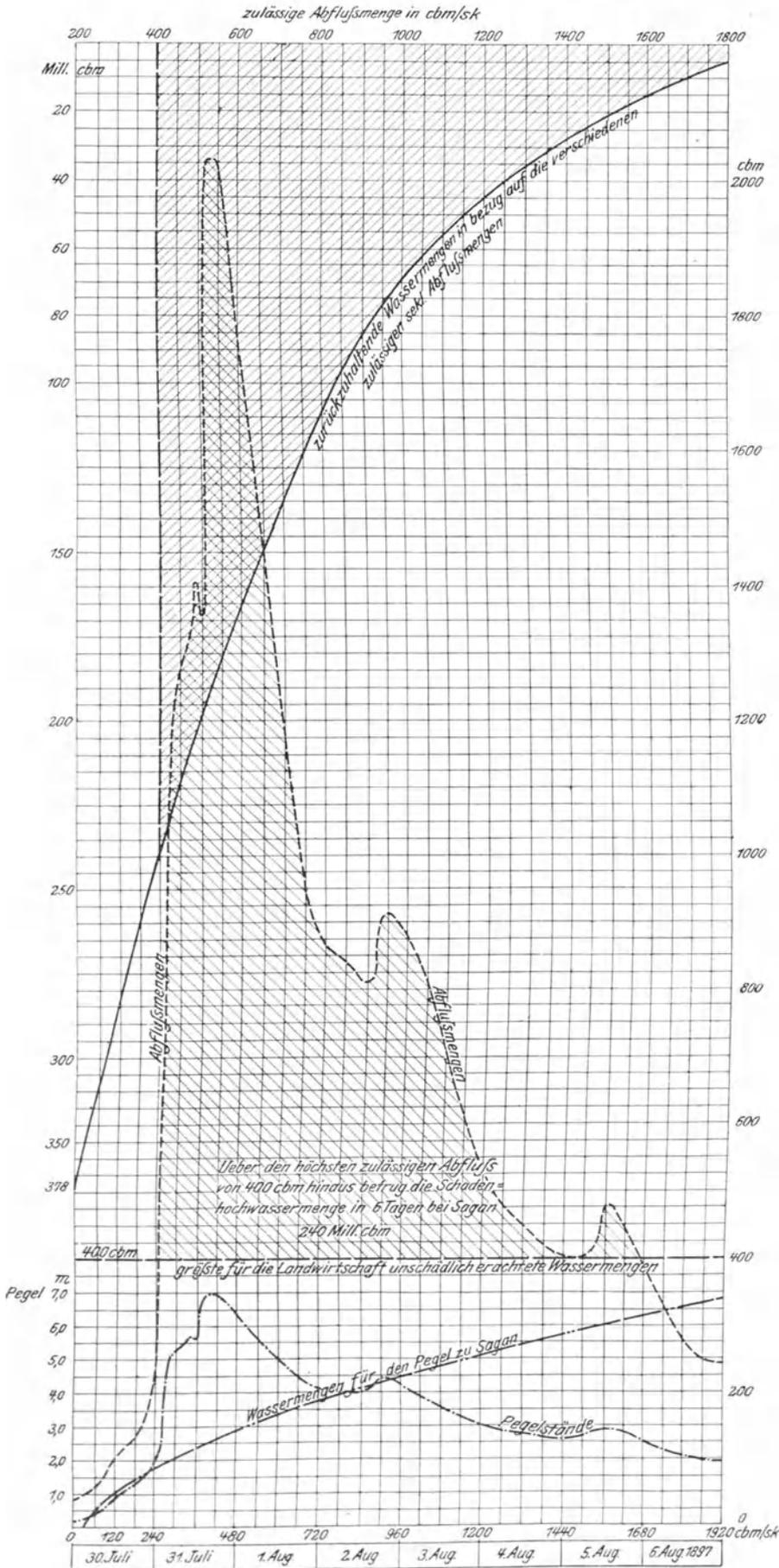
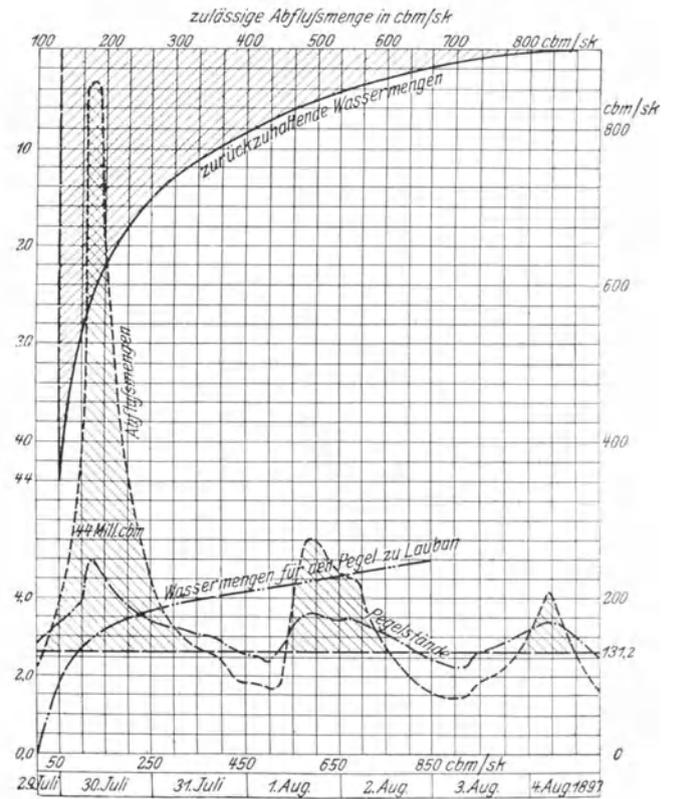
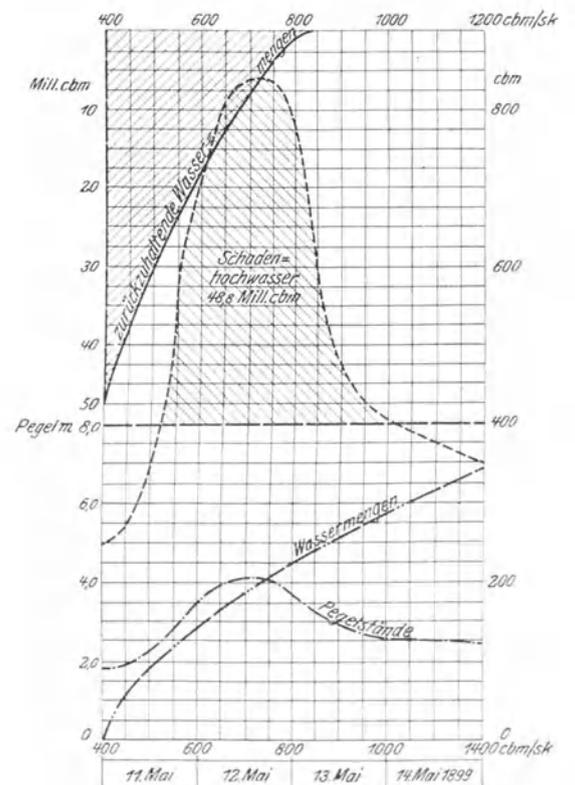


Fig. 23 bis 25

Queis bei Lauban 1897. Niederschlaggebiet 485 qkm.



Bober bei Sagan 1899.

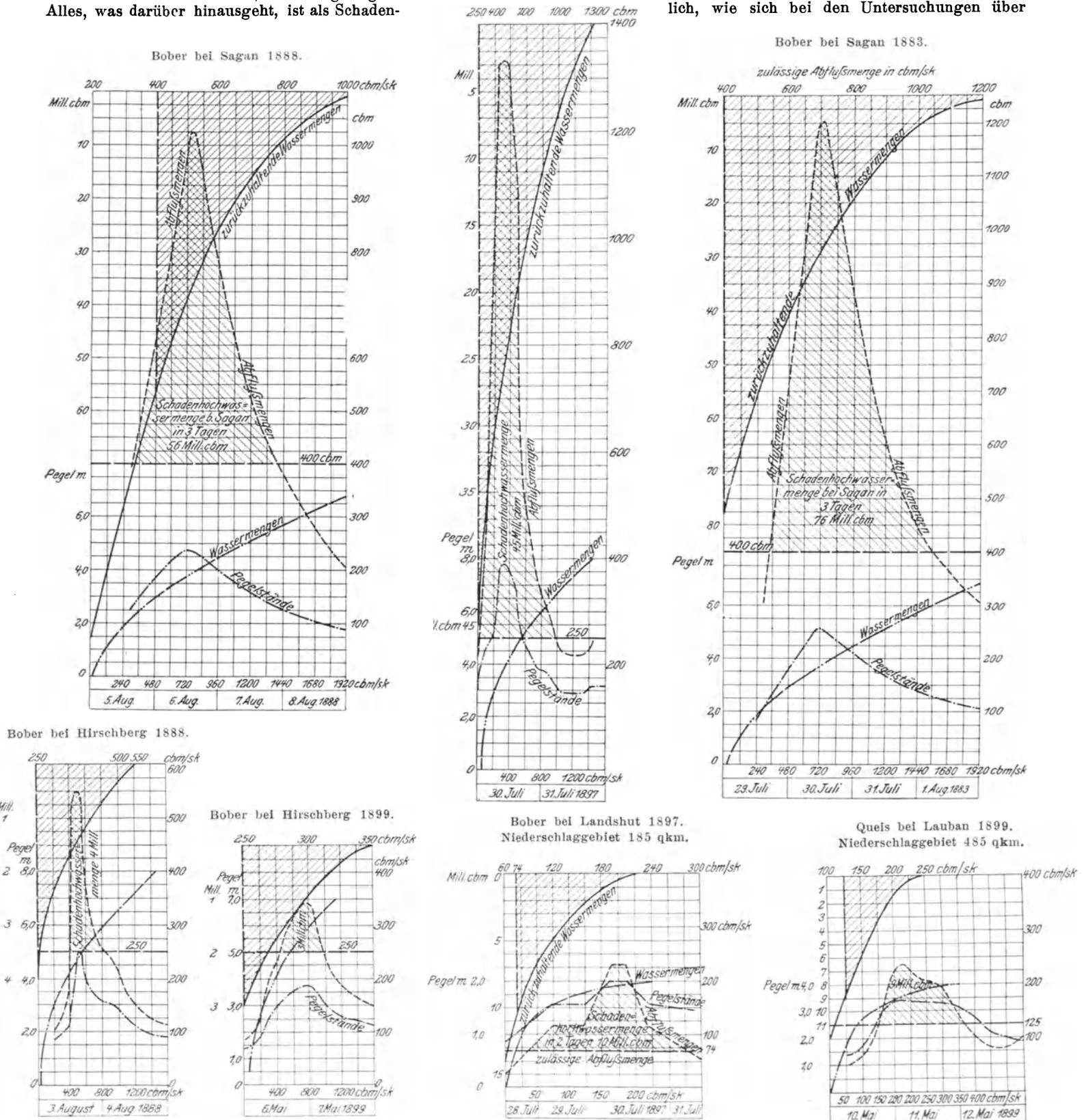


lichen Abflußmengen geändert haben. Wir sehen, welche gewaltigen Anschwellungen hier in wenigen Tagen stattfanden und wie besonders die riesige Anschwellung nach der Spitze hinauf in wenigen Stunden eintrat. Je höher diese Spitze hinaufgeht, um so schlanker ist sie gewöhnlich, das heißt desto kürzer ist die Dauer der Flutwelle. Die Aufgabe des Ingenieurs, den Schaden zu vermeiden, ist gleichbedeutend mit der, die Welle in eine andre zu verwandeln, bei der der Gipfel nicht so hoch hinaufschwillt. So ist die zulässige Abflußmenge bei Sagan nach den damaligen Angaben, die jetzt vielleicht etwas erhöht sind, hier eingetragen. Alles, was darüber hinausgeht, ist als Schaden-

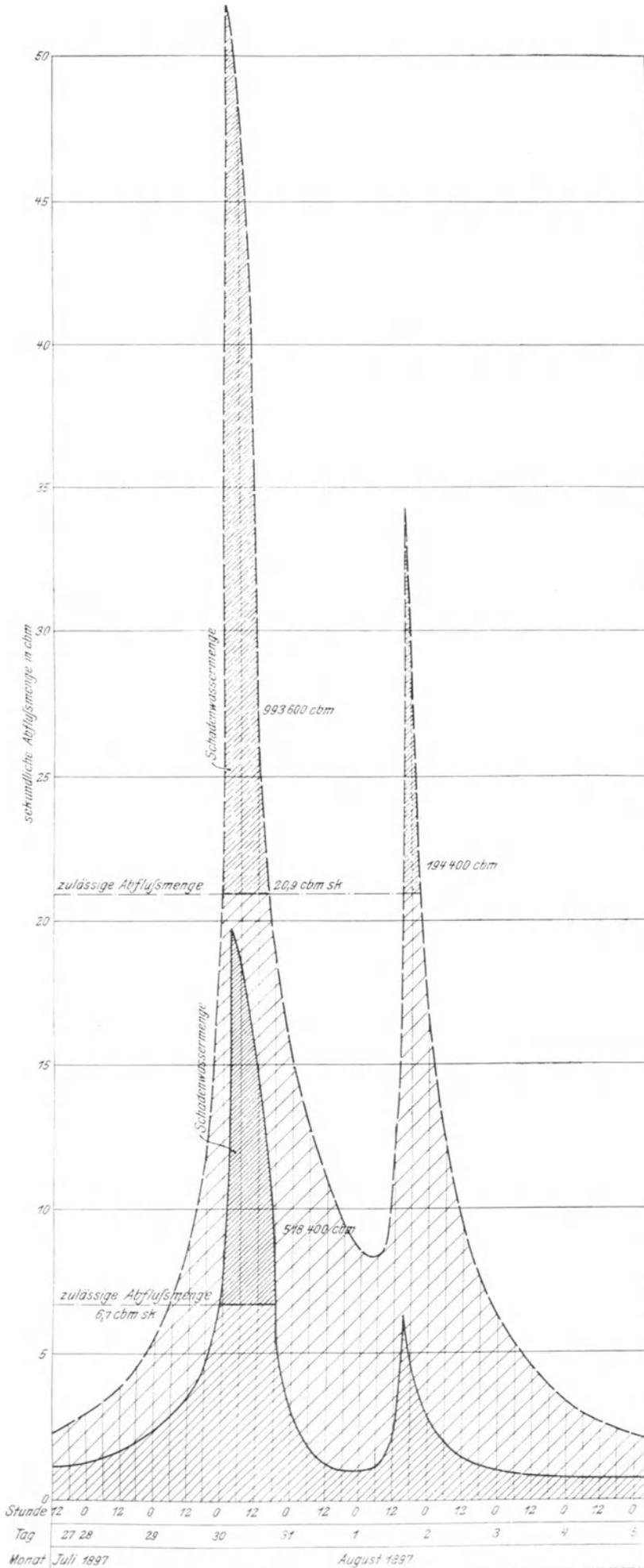
wasser zu betrachten. Für Hirschberg ergab sich in der Sattlerschlucht die Anschwellung der sekundlichen Abflußmenge in der ebenfalls dargestellten Weise, und es hat die Schadenwassermenge, die über diese Grenze hinausging, am Bober zu rd. 50 Mill. cbm ermittelt werden können. Wenn man diese hätte etwa festhalten können, so würde unterhalb der Schlucht ein Schaden am Bober nicht entstanden sein. Ganz ähnlich sind die Untersuchungen am Queis gemacht worden.

Die Zeit verbietet mir, im einzelnen auf alle diese Darstellungen einzugehen; nur auf eines möchte ich noch hinweisen. Ganz ähnlich, wie sich bei den Untersuchungen über

Fig. 26 bis 32.



Wassermengen der Hochflut vom 27. Juli bis 5. August 1897  
in der Görlitzer Neiße und im Harzdorfer Bach.



Wassermangel und Zeit des Wassermangels Beziehungen für das ganze Jahr ergeben haben, läßt sich aus diesen Hochwasserkurven eine weitere Kurve ermitteln, die den Zusammenhang zwischen dem erforderlichen Aufstau oder der Zurückhaltung der schädlichen Wassermenge und der zulässigen Abflußmenge angibt. Wenn man die Grenze, bis zu der man den Fluß belasten darf, hinaufrückt, so kann naturgemäß die Fläche des zurückzuhaltenden Wassers kleiner werden. Wenn man die Grenze bis zum höchsten Hochwasser hinaufschiebt, dann wird die Fläche des erforderlichen Aufstaus null, das heißt man braucht keine Sammelbecken. Stellt man die Beziehungen zwischen der zulässigen sekundlichen Abflußmenge und der zurückzuhaltenden Schadenwassermenge dar, dann erhält man die Kurven, wie sie in Fig. 23 bis 32 dargestellt sind,

Fig. 33 bis 35.

Zeichnerische Darstellung des Zusammenhanges zwischen der Aufschlagwassermenge der Motoren und dem mittleren Wassermangel, dargestellt in vH der mittleren Abflußmenge. Wassermangel und Abflußmenge sind gleichmäßig auf das Jahr verteilt in Rechnung gestellt.

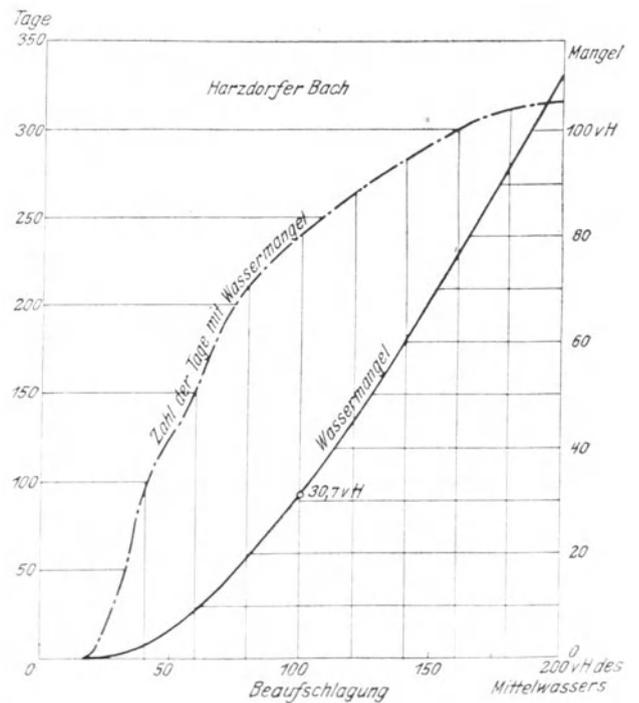
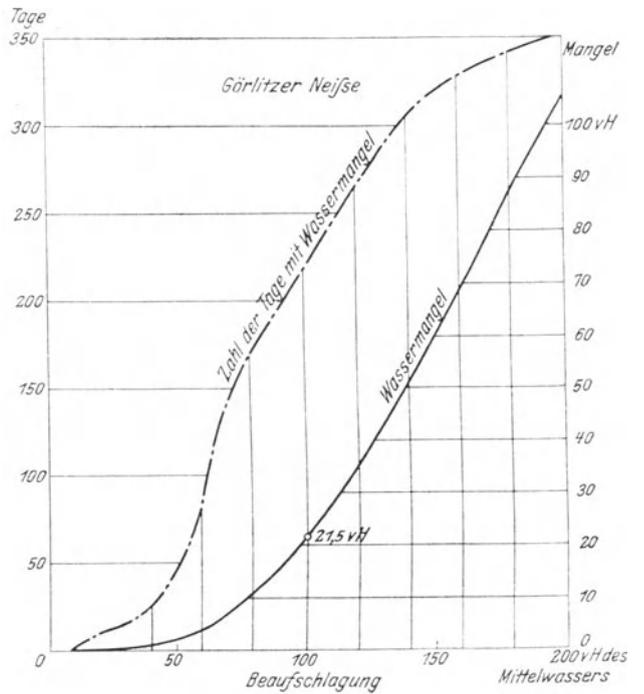
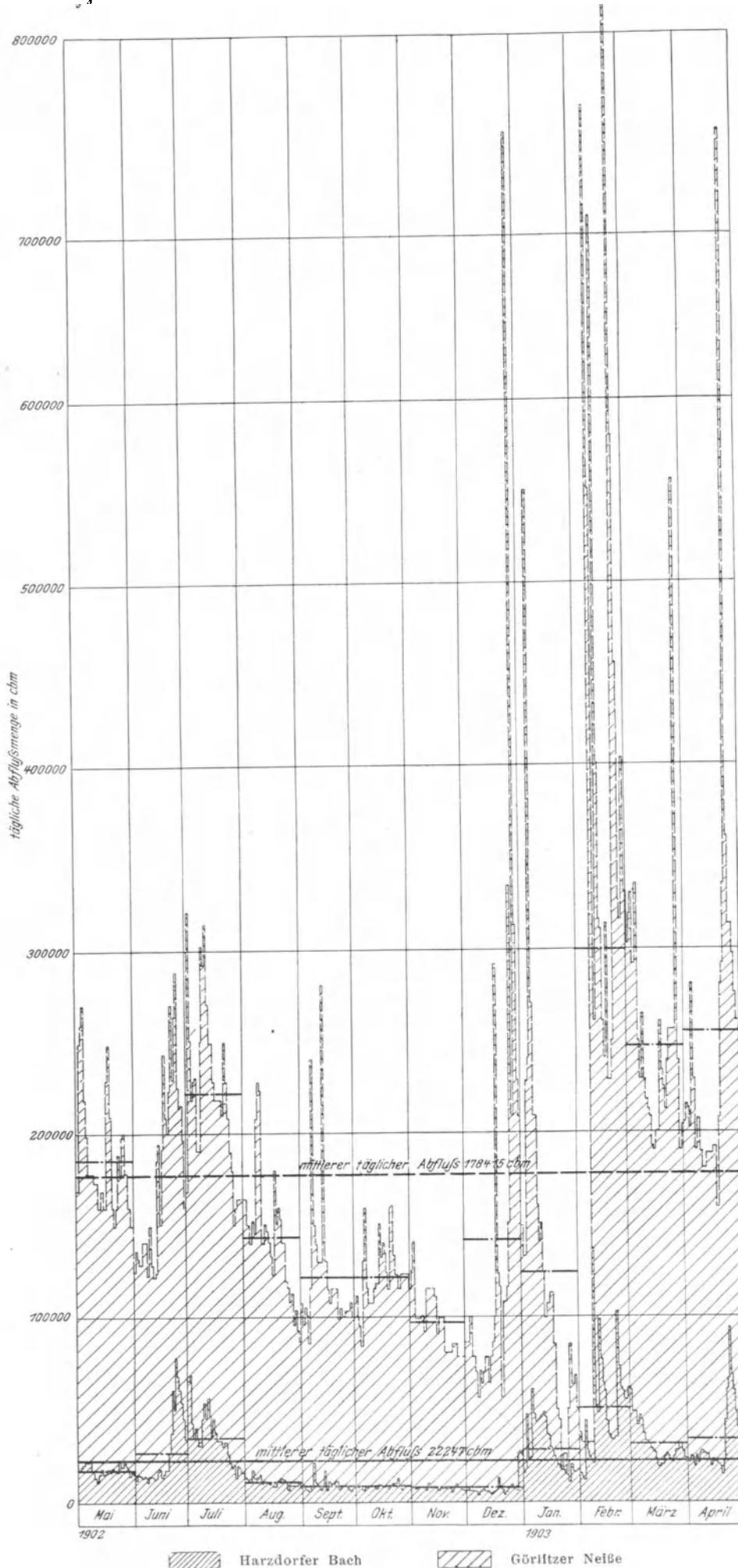


Fig. 36. Tägliche Abflußmengen in der Görlitzer Neiße und im Harzdorfer Bach.



parabolisch verlaufende Linien, aus denen man die Beziehung zwischen der zulässigen sekundlichen Abflußmenge und der Grenze der zurückzuhaltenden Wassermenge in Millionen cbm für jeden Einzelfall leicht ablesen kann. Je genauer solche Untersuchungen durchgeführt werden — das geschieht ja jetzt in außerordentlichem Maße seitens des preußischen Staates, auch schon in größerer Ausdehnung in den Gebirgsgegenden —, um so sicherer wird man über alle Verhältnisse, die sowohl bei Niedrigwasser wie bei Hochwasser eintreten, unterrichtet sein.

Ganz ähnlich wie in Schlesien und genau um dieselbe Zeit, im Juli, zum Teil in den August hineingehend, hat 1897 in Böhmen ein gewaltiges Hochwasser stattgefunden. In Fig. 33 sind die Anschwellungen, wie sie sich an der Görlitzer Neiße im Reichenberger Gebiet gezeigt haben, dargestellt. Wir sehen — diese Kurve ist zufällig sehr genau durch einen Ingenieur Huber in Reichenberg gemessen worden —, wie gewaltig schnell sich Anstieg und Abstieg vollziehen, ebenso in einem Nachbarbach, dem Harzdorfer Bach. Die zulässigen Abflußmengen und die darüber hinausgehende Schadenhochwassermenge sind ebenfalls ermittelt. Danach sind die in der Ausführung begriffenen 6 Sammelbecken entworfen worden, die das Schadenwasser zurückhalten sollen. Hier haben sich das Land Böhmen, der österreichische Staat und die Industriellen des Reichenberger Gebietes die Hand gereicht, und es sind große Zuschüsse geleistet worden, um sowohl das Hochwasser abzuhalten, als auch Nutzwasser für die Trockenzeit zu schaffen. Auch hier sind wiederum dieselben Kurven für den Wassermangel und die Zahl der trocknen Tage für verschiedene Jahre und verschiedene Gebiete ermittelt worden, worauf ich im einzelnen wohl nicht weiter einzugehen brauche (vergl. Fig. 33 bis 36).

Damit, m. H., habe ich einen kurzen Ueberblick über den ersten, hauptsächlichsten Teil der Vorarbeiten gegeben: die Feststellung der Wasserverhältnisse. Je genauer sie geschieht, um so sicherer kann der Ingenieur rechnen, und er braucht nicht mehr bange zu sein, daß seine Rechnungen nachher nicht stimmen werden. Die Anschauungen über die in Gebirgstälern vorhandenen Wassermengen sind selbst bei denen, die von Kindheit an dort wohnen, so sonderbar, daß sie gewöhnlich nicht glauben wollen, daß ein großes Sammelbecken jemals gefüllt werden würde, weil es schwer ist, die laufende Wassermenge mit einer aufgespeicherten zu vergleichen. Daß soviel Millionen Kubikmeter Wasser in einem ganz kleinen Niederschlagsgebiet überhaupt vorhanden sein sollten, vermögen die meisten Bewohner nicht zu fassen. Erst wenn ihnen der Beweis durch ausgeführte Beispiele und durch jahrelange Benutzung geliefert ist, schwinden natürlich alle Zweifel.

Zu den Ausführungen, die auf Grund solcher Messungen gemacht sind und noch in großer Zahl gemacht werden, sind nun

weitere Vorarbeiten nötig, die ich hier wohl nur kurz zu berühren brauche, weil wir bei den Ausführungen, die ich durch einige Bilder veranschaulichen will, auf gewisse Punkte ohne weiteres verwiesen werden.

Die Untersuchungen des Untergrundes spielen ja natürlich für die Ausführung eines Baues, der ein großes Sammelbecken sichern soll, den Druck halten soll, dauerhaft sein soll nicht nur auf Jahrzehnte, Jahrhunderte, sondern womöglich auf Jahrtausende, eine große Rolle, und ebenso die Verhältnisse bezüglich des Steinmaterials in den betreffenden Tälern. Die Erforschung des felsigen Untergrundes, auf den man heutzutage doch im allgemeinen hinuntergeht, wenn man eine Ausführung in massivem Mauerwerk machen will, ist eine der Hauptaufgaben des Ingenieurs. Sie ist nicht immer

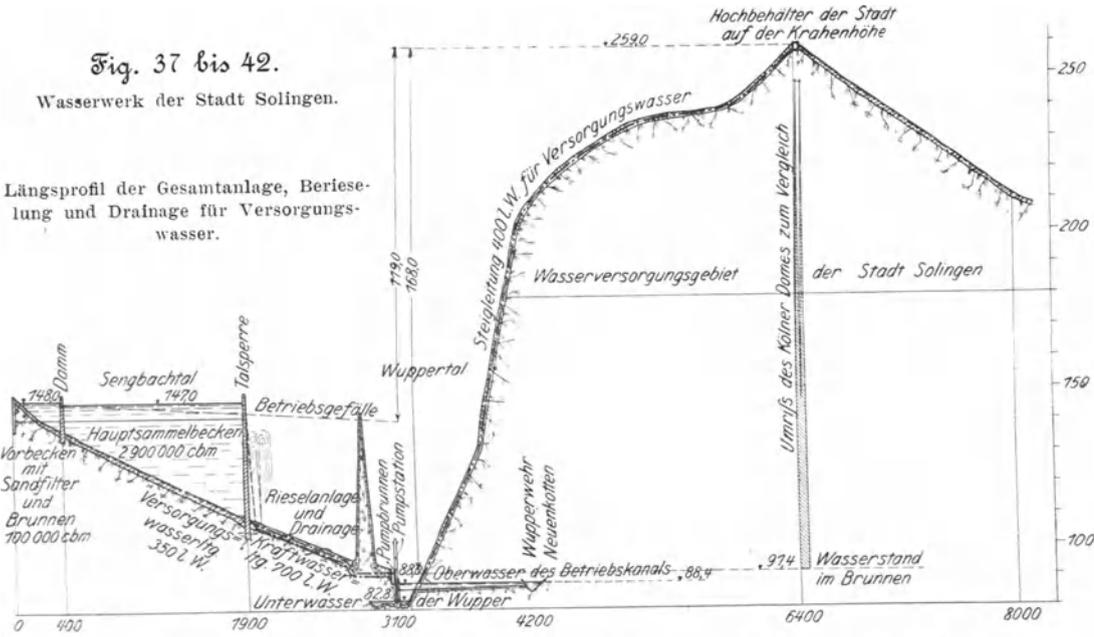
nach der Weltausstellung in St. Louis gehen sollen. Es ist hier die Ausführung von Solingen gewählt, deren örtliche Bauleitung der hier anwesende Hr. Wasserbauinspektor Mattern viele Jahre hindurch in treuester Art geleitet hat. Es ist eine Aufgabe, Jahre lang im Gebirgstal zuzubringen und Tag für Tag, Stunde für Stunde mit gespanntester Aufmerksamkeit und Gewissenhaftigkeit den ganzen Bauvorgang zu verfolgen. Ich kann nur den Herren, die mir zur Seite gestanden haben, die der Herr Minister der öffentlichen Arbeiten stets in den letzten Jahren so freundlich gewesen ist mir zur Verfügung zu stellen, bei dieser Gelegenheit meinen Dank und meine Anerkennung aussprechen für die Treue und Gewissenhaftigkeit, mit der sie sich alle ohne Ausnahme diesen Arbeiten gewidmet haben.

M. H., wir sehen in Fig. 37 bis 42 die örtlichen Verhältnisse von Solingen. Die Stadt liegt oben auf einer Bergkuppe. Wir finden im bergischen Lande so häufig, daß die Städte hoch auf dem Gipfel liegen, während die Täler tief eingeschnitten sind. Die Wasserverhältnisse an einer solchen Kuppe sind natürlich bei dem felsigen, wenig durchlässigen Untergrund äußerst schwierig, und wir begreifen es kaum, wie sich solche Ortschaften Jahrhunderte hindurch nicht nur gehalten, sondern von hier aus einen wirtschaftlichen Kampf geführt haben, dessen Erfolge wir noch heute in ihrem glänzenden Erblühen sehen. Zu diesen Ortschaften gehören Solingen und Remscheid in erster Linie. Also die Wasserverhältnisse waren hier stets mangelhaft. Man hatte aus Brunnen im Wuppergebiet Wasser heraufzupumpen. Aber wie überall im Gebirge, wo wie hier undurchlässiger Tonschiefer in wenig über-

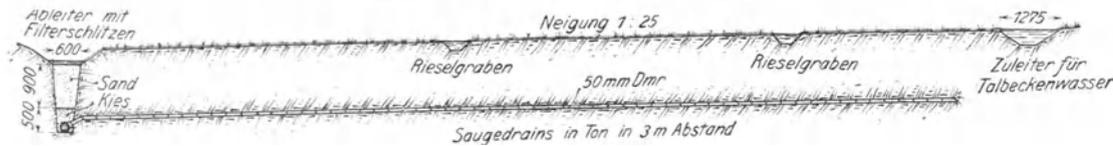
lagerten Schichten vorhanden ist, läßt das Grundwasser sehr schnell nach, und in kurzer Zeit sitzt man mit der Wasserentnahme fest. So sah sich auch Solingen genötigt, zur Erweiterung des Wasserwerkes eine neue Anlage zu machen, die im ganzen etwa 4 Mill. *M* gekostet hat. In einem Tal, dem Sengbachtal, wo kaum ein Mensch wohnte, das im ganzen noch ziemlich gut bewaldet war und in welchem sich im Sengbach ein vorzüglich reines Wasser fand, sind die Anlagen, die hier in Frage kommen, gemacht worden. Sie bestehen in einem Vorbecken, das durch einen Damm, Fig. 37, abgeschlossen ist, und in einem durch eine Mauer abgeschlossenen Hauptbecken — eine Mauer von übrigens 43 m Höhe, die das Wasser 36 m hoch über Talsohle aufstaut. Aus dem Vorbecken und oberhalb desselben kann Versorgungswasser durch Rohrleitungen entnommen werden, die zu einer unten an der Wupper bei Strohn gelegenen Pumpstation hinuntergehen. Ein Bergrücken, der im Wege war, ist mittels eines Stollens durchstoßen worden. Wenn hier an der Wupper gepumpt wird — und das geschieht alles durch Wasser, es ist ja selbstverständlich, daß man im Gebirge die Wasserkraft möglichst nach jeder Richtung ausnutzt —, so kann man das Wasser aus dem Vorbecken des Sengbachtals und den Wiesen, die oberhalb liegen, durch geschlossene Rohrleitungen entnehmen und braucht es daher nur von dem Wasserspiegel des Vorbeckens bis zum Hochbehälter hinaufzuheben. Entnimmt man das Wasser in der Nähe der Pumpstation, so wird natürlich die Hebungshöhe entsprechend vergrößert

Fig. 37 bis 42.  
Wasserwerk der Stadt Solingen.

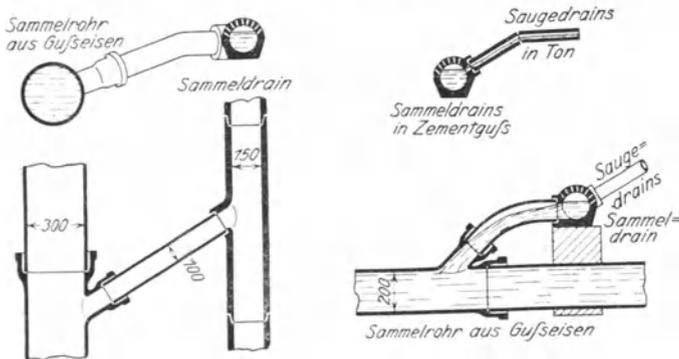
Längsprofil der Gesamtanlage, Berieselung und Drainage für Versorgungswasser.



Querprofil einer Hangberieselung und Drainage im Sengbachtale zur Verbesserung des Talbeckenwassers für die Versorgung der Stadt Solingen.



Rohrverbindungen.



ganz leicht, weil bei Einzeluntersuchungen oft Punkte übergangen werden können, in denen sich plötzliche Veränderungen der Gebirgsverhältnisse zeigen. Aber glücklicherweise kommen derartige Verhältnisse äußerst selten vor; wenigstens in Rheinland und Westfalen gehört es zu den großen Ausnahmen, daß nicht die tatsächlichen Verhältnisse bei der Bauausführung sich fast genau mit den Ergebnissen sogenannter Schürfungen decken.

Ich darf nunmehr auf die hier vorzuführenden Beispiele eingehen, die in einigen Plänen dargestellt sind, welche

Es war aber nötig, hier möglichst wirtschaftlich vorzugehen, diesen Vorteil, den man haben kann, auszunutzen, und daher ist die geschlossene Rohrleitung bis oben durchgeführt. Das kleine Vorbecken von 100000 cbm Inhalt hält nun natürlich für lange Trockenperioden nicht aus. Die Rechnungen ergaben das nach den Messungen ohne weiteres. Dann muß das Hauptbecken zu

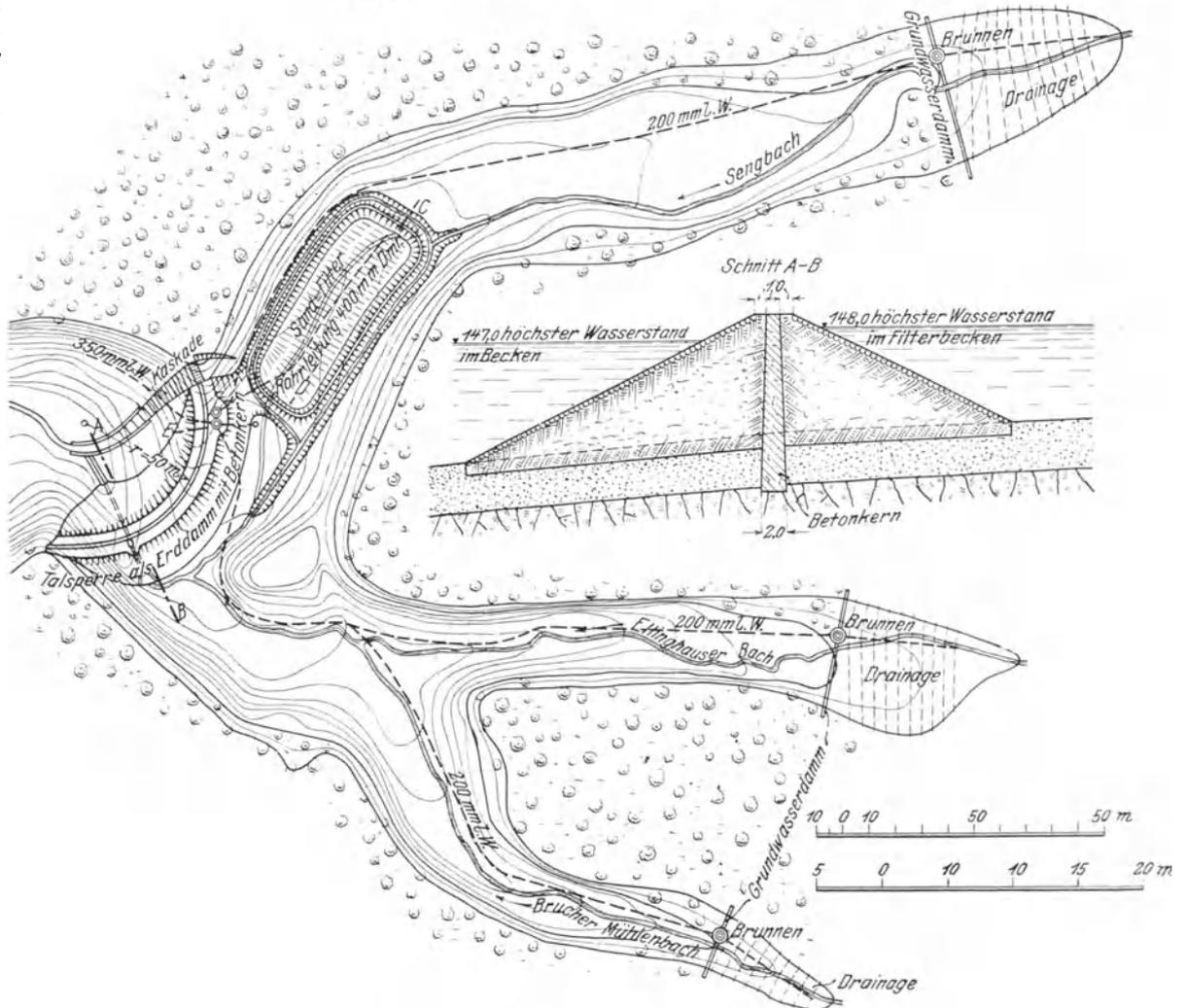
Hilfe genommen werden. Da wird nun das Wasser des Hauptbeckens in die Wiesen hineingeleitet, dort in besonderer Weise behandelt — Sickerung durch Sand und Kies, Sammlung in besonders gelochten Röhren aus Ton und Zement und Zuleitung dieses Sickerwassers als Grundwasser nach den Brunnen, Fig. 38 bis 42 — und dann durch die Pumpen entnommen. Also erst in der Zeit der Not, wenn das Vorbecken nicht mehr Wasser genug liefert, wird das Hauptbecken herangezogen.

Es war ferner notwendig, um Betriebskraft für die Kraftstation an der Wupper zu erhalten und um die großen Kosten von nahezu 4 Mill. M. zu verzinzen — für Erweiterung des Wasserwerkes einer Stadt wie Solingen ist das ein großer Betrag —, um also die ganze Anlage möglichst rentabel zu machen, auf die vollste Ausnutzung jedes Tropfens Wasser Bedacht zu nehmen. Aus dem Sammelbecken wird nicht nur das Versorgungswasser entnommen — das bildet ungefähr den vierten bis fünften Teil der vorhandenen Wassermasse —, sondern mit dem gewaltigen Druck aus diesem Becken werden auch Turbinen getrieben, und zwar Hochdruckturbinen. Diese setzen ein, sobald das Wasser in der Wupper nachläßt und das Maximum der Leistung durch das in der Wupper vorhandene Wasser nicht mehr gedeckt werden kann. Solange in der Wupper, und zwar auch hier wieder geregelt durch die bereits erwähnten andern Talsperren des Wuppergebietes, Wasser genug vorhanden ist, läßt man das Wasser im Sammelbecken und staut es auf. Der Aufstau kostet nichts, und man kann jeden Augenblick diese Reserve in Gang setzen.

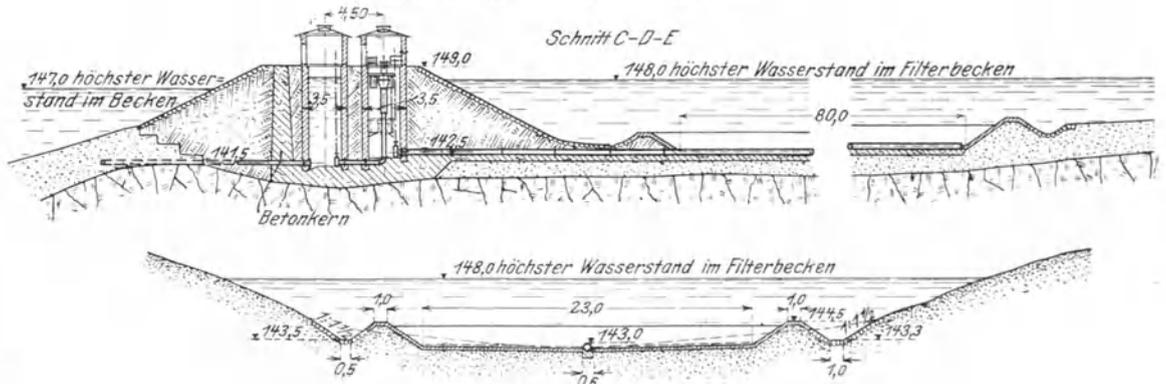
So ist es möglich gewesen, in dem Kraftwerk bei Strohn etwa 1200 PS in Turbinen anzulegen, wenn auch der mittlere Betrieb nur einige hundert Pferdestärken erfordert. Zu der Zeit, wo der größte Verbrauch an Wasser mit dem größten Verbrauch an elektrischer Energie, die zur besseren Ausnutzung der Anlage erzeugt wird, zusammentrifft, zieht man

Fig. 43 bis 46. Wasserwerk der Stadt Solingen.

Vorbecken zur Wassergewinnung im Sengbachtale.



Längs- und Querschnitt durch das Filter.



das Hauptbecken heran. Die Maschinen sind groß genug, so daß man die Schwankungen des Betriebes durch die beiden Hilfsmittel vollkommen decken kann.

Das bereits erwähnte Vorbecken oberhalb der Talsperre bildet bezüglich der Konstruktion eine Ausnahme, wie ich sie bisher noch nicht gemacht habe (s. Fig. 43 bis 46). Ein Vorbecken von 100000 cbm Inhalt erfordert keine sehr

große Stauhöhe, und daher ist diese Abdämmung in Erde ausgeführt. Aber weil Erde im allgemeinen im Wasser unzuverlässig ist — bei Sheffield brach in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts ein Damm von 150 m Dicke durch, weil er durch ein undicht gewordenes Rohr aufgeweicht war und den Druck des Wassers nicht mehr aushalten konnte —, so muß vorgebeugt werden, und das ist hier durch einen Betonkern geschehen, der bis in den Felsen hineingeht, ferner durch eine Pflasterung der Dammböschungen an der Wasserseite des Vorbeckens und an der Wasserseite des Hauptbeckens, endlich durch eine im Grundrisse scharf gekrümmte Form des Dammes sowie des Betonkernes, der so stark ist, daß er allein den vollen Wasserdruck durch die Gewölbewirkung aufnehmen könnte. Das bietet die größte Sicherheit gegen einen Durchbruch. Andererseits liegt ja unterhalb dieses Vorbeckens das Hauptbecken. Also wenn wirklich ängstliche Gemüter annehmen wollten, daß trotz aller Vorsichtsmaßregeln ein solcher Damm durchbrechen könnte, so würden die 100 000 Kubikmeter in dem

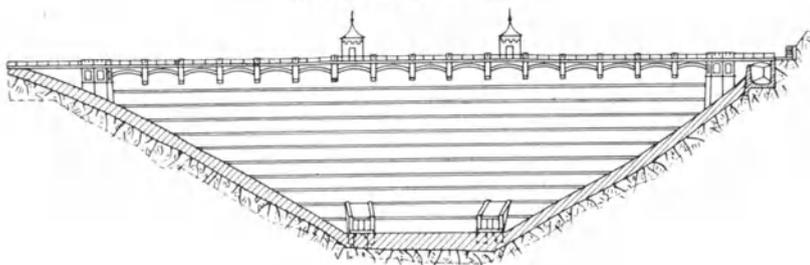
gelassen, geriesel, sozusagen auch durch unterirdische Sandfilter hindurchgeleitet wird, bevor es in die Pumpwerke und in die Stadt Solingen gelangt.

Das Hauptsammelbecken von 3 Millionen cbm Stauinhalt ist nach dem in Fig. 1 Profil 7 (S. 6) dargestelltem Querschnitt ausgeführt. Bezüglich der statischen Untersuchung werde ich bei einem andern Beispiele noch etwas näher darauf eingehen, nach welchen Grundsätzen heutzutage diese Profile gewählt werden. Die Solinger Sperrmauer ist in einem solchen Profil ausgeführt, daß das Mauerwerk nur auf Druck beansprucht wird, Zugwirkungen also nicht vorkommen können, und nicht zu befürchten ist, daß das Mauerwerk aufreißt. An der

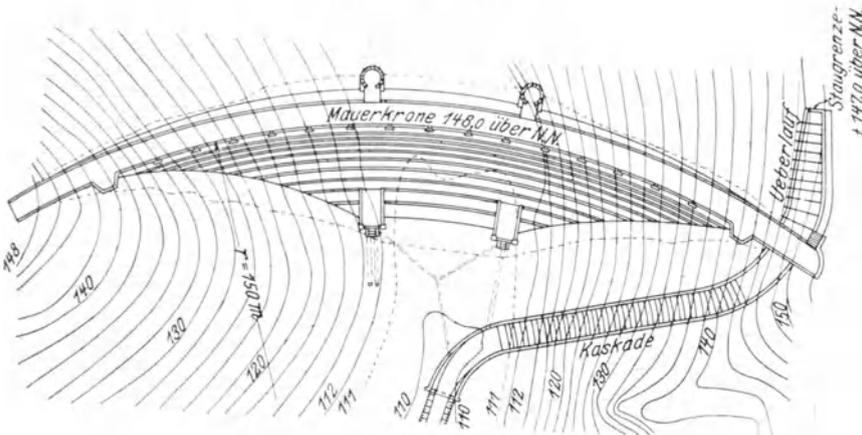
Fig. 47 und 48.

Talsperre im Sengbachtal von 3 Mill. cbm Stauinhalt.

Ansicht der Sperrmauer.



Grundriß der Sperrmauer.

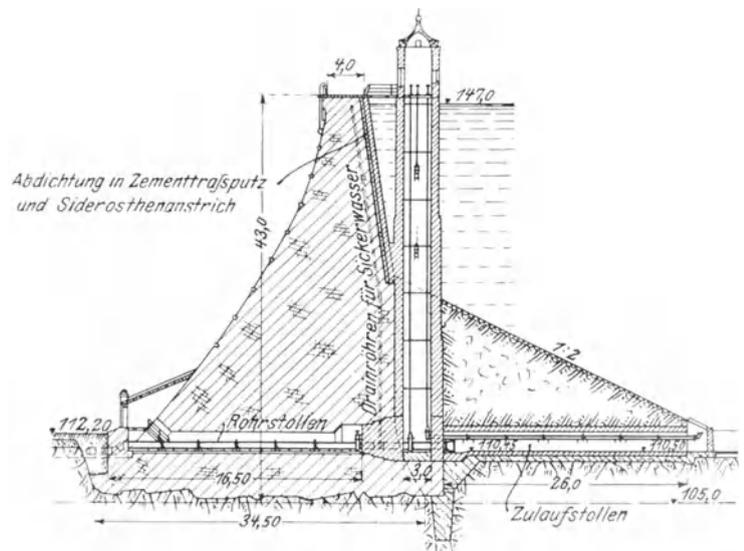


Sammelbecken von 3 Millionen cbm ohne weiteres Platz finden, ohne daß man unterhalb der Hauptsperre irgend etwas hiervon merken könnte. Es ist aber, wie gesagt, durch diese Ausführung ein so hoher Grad der Sicherheit geboten, daß es ausgeschlossen erscheint, daß hier irgend etwas nachgeben könnte. Der Damm ist seit ungefähr 2 1/2 Jahren im Betrieb und hat sich in jeder Beziehung vollkommen bewährt.

Aus dem Vorbecken kann man Wasser zur Versorgung nehmen. Wenn die oberhalb liegenden Wiesen, die zunächst benutzt und auch beriesel werden, nicht mehr Wasser genug geben sollten, kommen die 100 000 cbm der Reserve hinzu. Eine unmittelbare Entnahme bei geringen Standhöhen des Beckens ist nicht vorgesehen, schon aus dem Grunde nicht, weil gewöhnlich doch die Behörden irgend einen Sicherheitsfaktor wünschen, um einer Verunreinigung des Trinkwassers vorzubeugen. Dieser Sicherheitsfaktor besteht hier in einem Sandfilter, das im Vorbecken eingebaut ist, durch welches erst das aus dem Vorbecken entnommene Versorgungswasser hindurch muß, während das aus dem Hauptbecken entnommene Wasser durch die Wiesen hindurch-

Fig. 49 bis 57.

Querschnitt durch die Sperrmauer mit Rohrstellen und Schieberschacht.



Querschnitt durch den Rohrstellen.

Querschnitt durch den Zulaufstollen.

Schnitt a-b

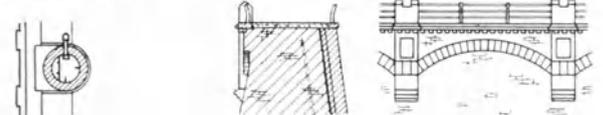
Schnitt c-d

Schnitt e-f

Schnitt g-h

Horizontalschnitt durch den Schieberschacht.

Einzelheiten der Mauerkrone.



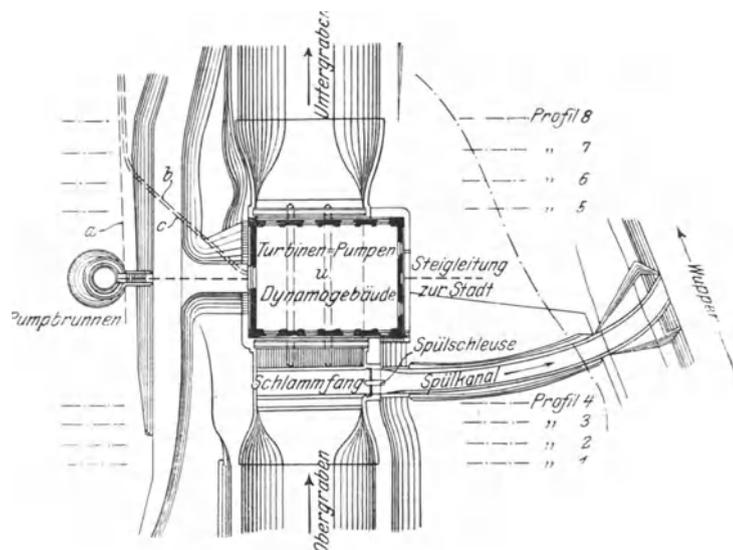
Wasserseite sind ganz besondere Dichtungsmittel angewandt, um das Eindringen von Wasser in die Sperrmauer zu verhindern. Die Photographie des gefüllten Beckens wird nachher zeigen, daß das auch bei dieser Mauer von 43 m Höhe in vollkommener Weise, wie man es nur wünschen kann, erreicht ist. Sperrt man an der Wasserseite das Wasser ab und fängt man das bei dem gewaltigen Druck stellenweise in einzelnen Tropfen vielleicht eindringende Wasser durch Sickerlöcher ab, wie es hier geschehen ist, so braucht es nicht an der Vorderfläche zum Vorschein zu kommen, und die Wirkung der Witterungseinflüsse wird dadurch wesentlich vermindert. Das Sickerwasser läuft durch den Stollen, der

sich in der Mauer befindet, ab und fließt unschädlich ins Tal hinein.

Im Grundriß sind die Mauern gewölbt (vergl. Fig. 48), nicht etwa, um durch die Gewölbewirkung den Wasserdruck aufzuheben, obgleich das dann eintreten würde, wenn eine bemerkbare Bewegung der Mauer aus andern Gründen vielleicht stattfinden sollte, sondern um der Beweglichkeit der Mauer Rechnung zu tragen; bei Temperatur- und Druckschwankungen ändern sich die Formen. Genaue Messungen, die fortlaufend gemacht werden, haben dies bei allen Talsperren bestätigt. Infolge dieser gewölbten Form haben sich nirgends bei den im Betrieb befindlichen Talsperren sichtbare Risse gezeigt, wie sie bei geraden Mauern in Frankreich wiederholt, und zwar in sehr ernster Weise, aufgefunden worden sind.

Das Wasser wird aus dem Hauptsammelbecken des Sengbachtals durch einen Schacht entnommen, Fig. 49, in den mehrere Einlaßrohre in verschiedener Höhe einmünden. Es ist erwünscht, das Versorgungswasser in bestimmter Tiefe unter dem Wasserspiegel abzuziehen, weil es in dieser Tiefe ganz besonders rein und sehr gleichmäßig ist. So hat sich bei der ersten Füllung des Sammelbeckens in Solingen das Wasser nach den angestellten Untersuchungen so tadellos erwiesen, daß man

Fig. 58. Wasser- und Elektrizitätswerk der Stadt Solingen. Kraftwerk bei Strohn mit Spülschleuse und Brunnen.



- a Rohrleitung von 400 mm l. W. für Riesel- und Grundwasser im Sengbachtal
- b » » 700 » » » Kraftwasser vom Sengbachtal
- c » » 350 » » vom Vorfilter im Sengbachtal

es nach den Vorschriften, die über gutes Wasser bestehen, ohne weiteres in die Rohrleitung hätte hineinlassen können. Ein Bedürfnis hierzu lag allerdings nicht vor, und es ist deshalb auch nicht geschehen. In Remscheid ist es in einem bestimmten Falle mit dem Erfolg geschehen, daß eine Typhus-epidemie, die dort ausgebrochen war, durch das Talsperrenwasser, das man nach den Untersuchungen von Prof. Kruse in Bonn ohne Bedenken nehmen konnte, beseitigt wurde. Man hatte zuerst, als man von der Epidemie hörte, geglaubt, sie sei durch das Talsperrenwasser entstanden; das war aber tatsächlich nicht der Fall, sondern die Verunreinigung der Brunnen stammte aus der früheren Grundwasser-versorgung.

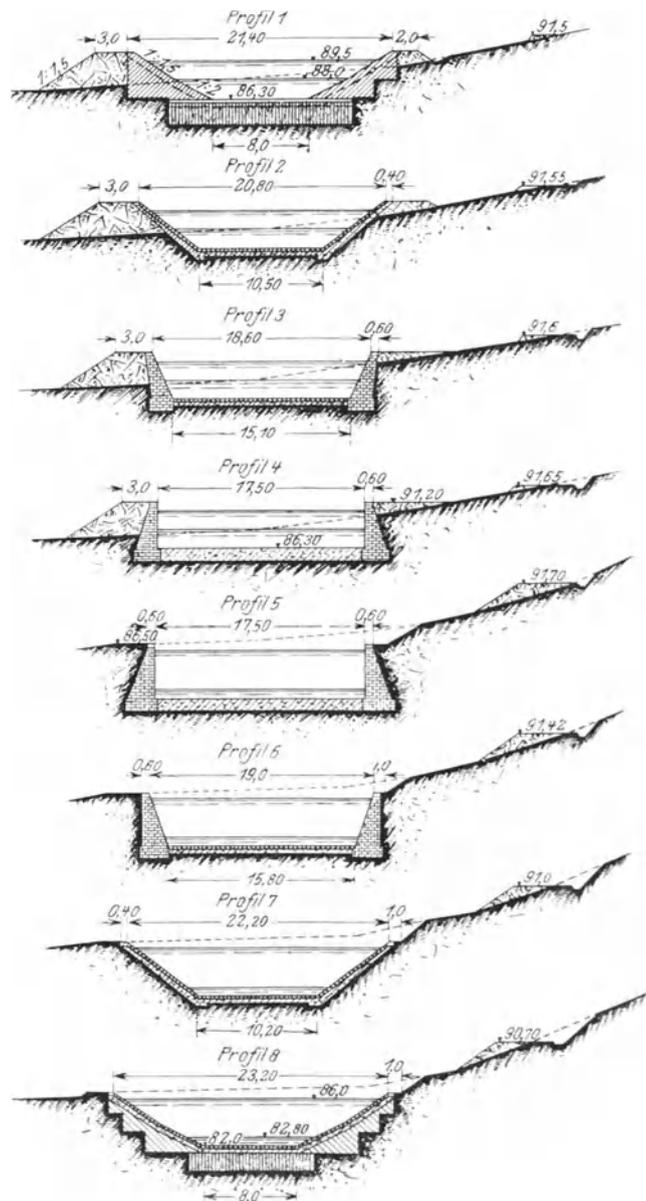
Das aus der Wupper entnommene Wasser wird in dem Kraftwerk bei Strohn, Fig. 58 bis 63, in Niederdruckturbinen, wie sie in Fig. 60 bis 63, dargestellt sind, das aus dem Talbecken entnommene Wasser in Hochdruckturbinen, die ebenfalls in Fig. 60 bis 63 wiedergegeben sind, möglichst vollkommen ausgenutzt. Das aus den Hochdruckturbinen entnommene oder ablaufende Wasser wird nochmals durch Rohrleitungen in den Obergraben der Wupper hineingeleitet und geht durch die zweite Gruppe der Turbinen hindurch, so daß kein Zentimeter Gefälle ungenutzt verloren geht. Die Pumpen, die das Wasser zeitweilig auf 160 m hinaufheben müssen, können sowohl

mit Niederdruck- als auch mit Hochdruckturbinen betrieben werden, ebenso die Generatoren; eine Reserveturbine wird demnächst, sobald das Bedürfnis vorliegt, eingebaut werden.

Die größte gegenwärtig in der Ausführung begriffene und in diesem Jahre zu vollendende Talsperre in Westfalen, welche der Ruhr das durch die Pumpwerke entzogene Wasser in großen Mengen liefern soll, ist die Ennepe-Talsperre im Kreise Schwelm, Fig. 64 bis 81. Das Talbecken zeigt hier (Fig. 64) zwei gewaltige Gabelungen, und dadurch gestaltete sich die Aufspeicherung an dieser Talenge verhältnismäßig vorteilhaft; es sind 10 Millionen cbm,

Fig. 59.

Profil 1 bis 4 Obergraben  
» 5 » 8 Untergraben.



die hier aufgestaut werden können. Bezüglich dieser Anlage an der Ennepe darf ich gerade auf das verweisen, was ich bereits vorhin erwähnt habe, daß hier eine Anlage geschaffen ist, die viel zu groß für den Kreis der Interessenten im Ennepetal ist. Der Ruhr-Talsperrenverein verfügte über genügend große Mittel, um hier einen Zuschuß von 100 000 M jährlich leisten zu können; sonst wäre die Anlage in dieser Größe eben nicht möglich gewesen. Das Niederschlaggebiet beträgt 48 qkm, und es sind nach den Messungen der Abflußmengen aus diesem Tal jährlich 36 Millionen cbm zu erwarten, die durch das Talbecken vollständig ausgeglichen werden. Wenn nun auch der Ruhr-Talsperren-

Fig. 64.

Talsperre im Ennepetal nebst Wasser- und Elektrizitätswerk für den Kreis Schwelm.

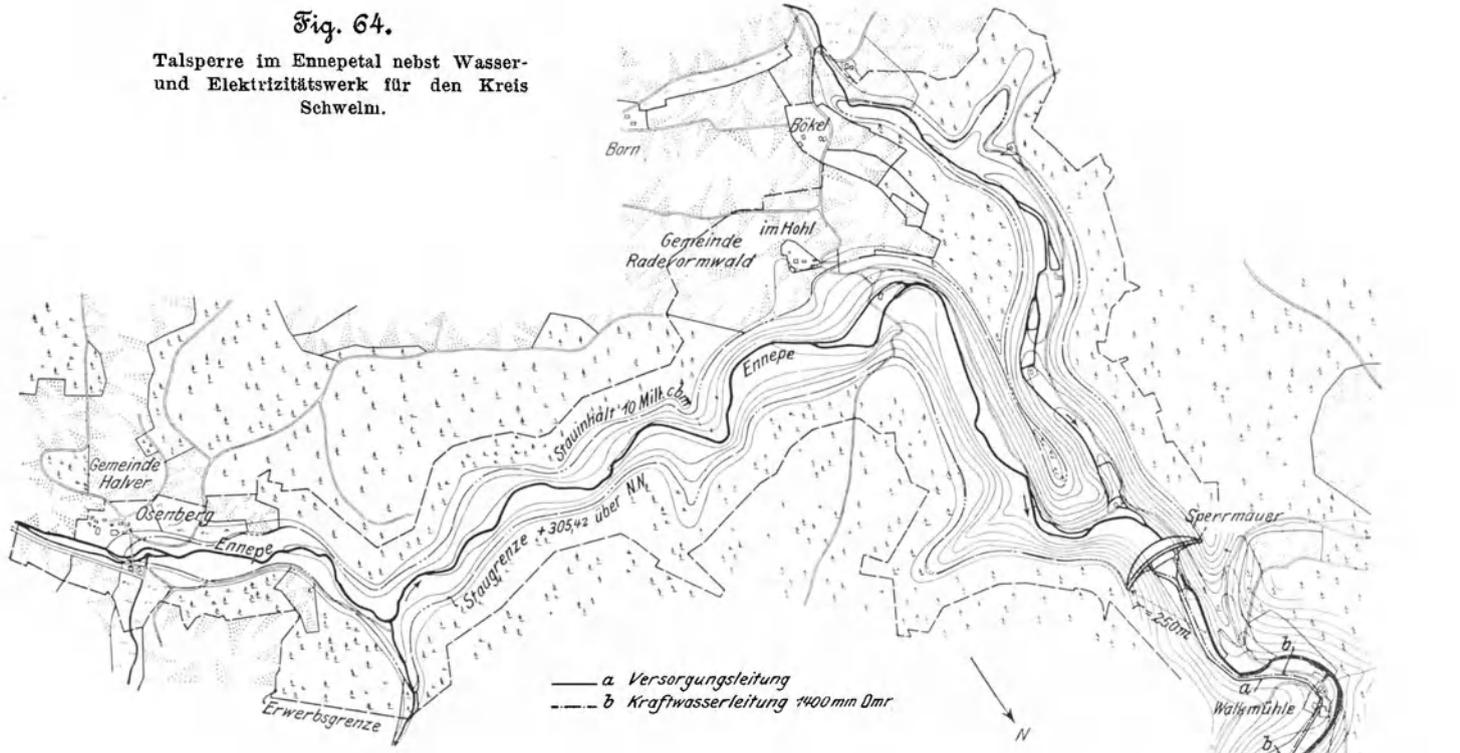
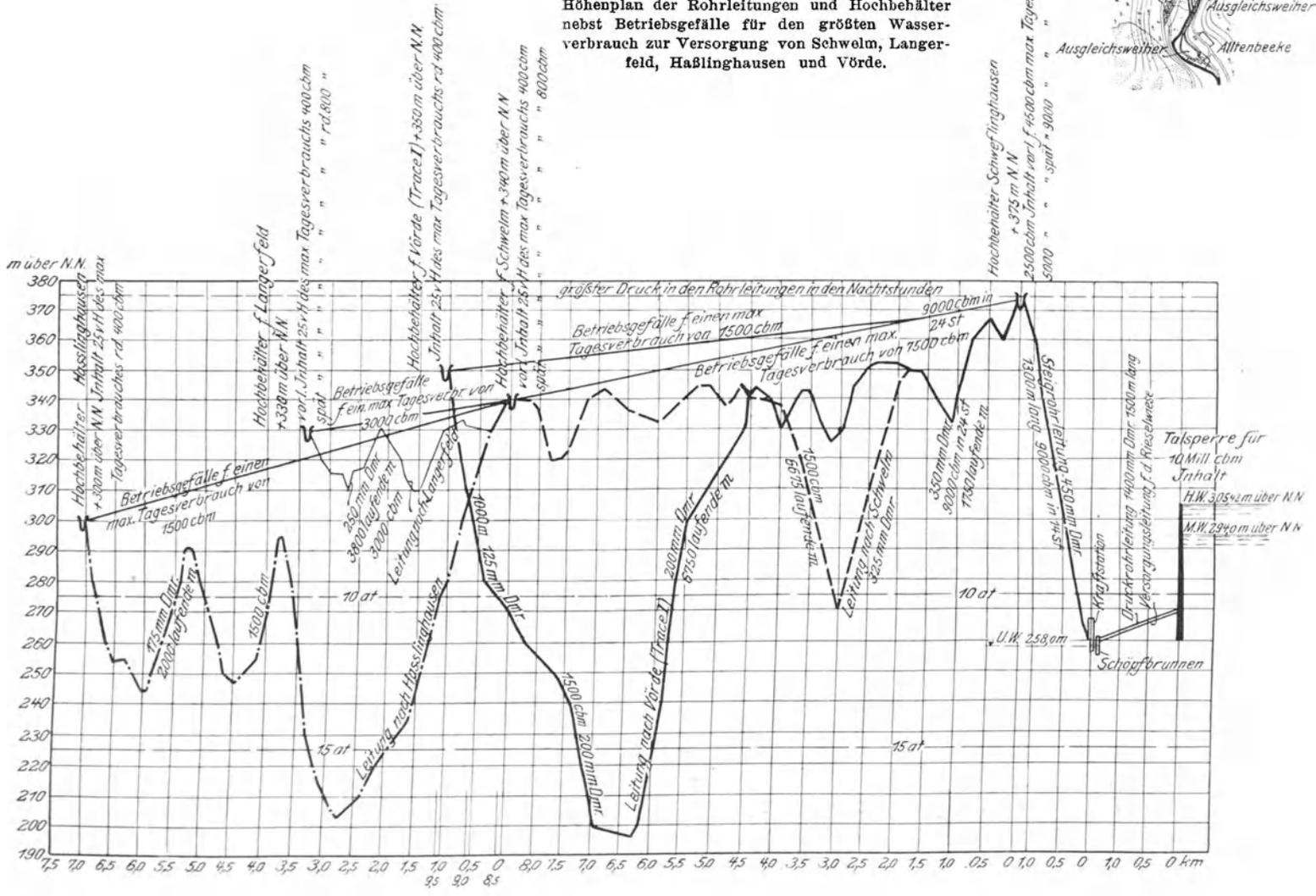


Fig. 65.

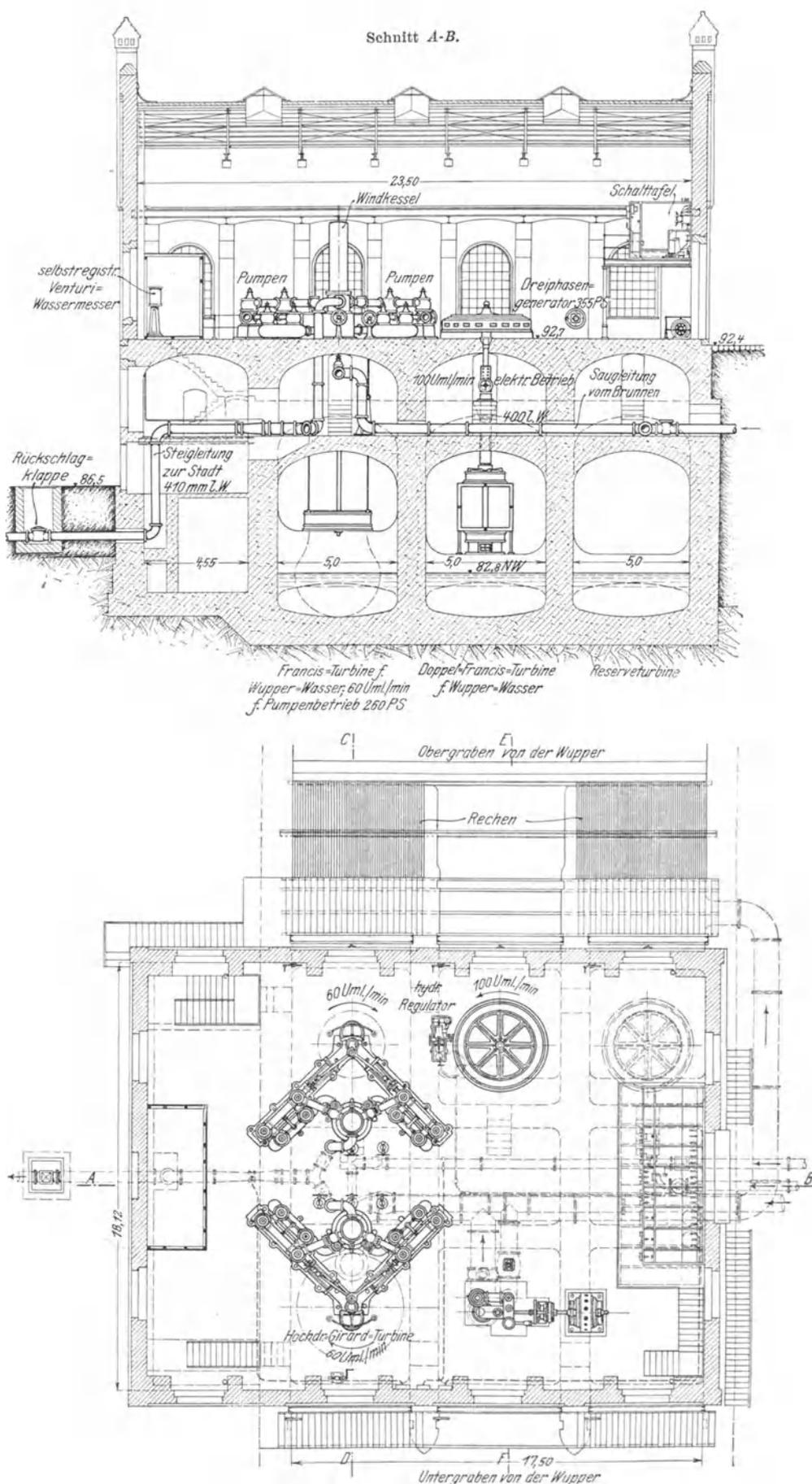
Höhenplan der Rohrleitungen und Hochbehälter nebst Betriebsgefälle für den größten Wasserverbrauch zur Versorgung von Schwelm, Langerfeld, Haßlinghausen und Vörde.



verein 100000 *M* zusicherte, so konnten die Angehörigen dieser Talsperren-genossenschaft doch nicht den noch fehlenden Betrag aufbringen, der ungefähr 40000 *M* betrug; sie konnten mit Rücksicht auf die Kleinheit ihrer Betriebe vielmehr nur 12000 *M* decken. Da trat der Kreis Schwelm als solcher für die Genossenschaft ein und übernahm die Deckung des Fehlbetrages bis zu etwa 34000 *M* jährlich, wofür er aber Berechtigungen erhielt, die ihm jetzt schon sehr viel Geld einbringen: 1) daß er aus dem Sammelbecken eine Wassermenge bis zu 20000 cbm täglich entnehmen dürfe, um Ortschaften im Kreise Schwelm mit Wasser zu versorgen; 2) daß er die Kraft zum Pumpen dieses Wassers ohne Abgabe an die Genossenschaft aus dem Talbecken entnehmen dürfe, und 3) daß er den Ueberschuß der durch die vorhandene Wassermenge gebotenen Kraft mit genügendem Druck an einem Punkt unterhalb der Talsperre zu einem Elektrizitätswerk ausnutzen dürfe, allerdings dann gegen eine kleine Abgabe von 30 *M* jährlich für die Pferdestärke an die Genossenschaft. Das Wasser- und Elektrizitätswerk des Kreises Schwelm (Fig. 76 bis 81) ist jetzt in der Ausführung begriffen und wird in diesem Jahre mit der Talsperre selbst fertiggestellt werden. Die Einnahme, die sich der Kreis jetzt schon für eine tägliche Abgabe von 3000 cbm Wasser gesichert hat, beträgt 80000 *M*, und die 400 Pferdestärken während etwa 4200 Stunden jährlich, die er noch zur Verfügung hat, werden in elektrische Energie umgesetzt und besonders für die kleinen Gewerbetreibenden im Kreise Schwelm und für Beleuchtungszwecke nutzbar gemacht werden. Die sicheren Einnahmen sind infolgedessen schon so groß, daß der Kreis die Kosten von 1800000 *M* für sein Wasser- und Elektrizitätswerk ohne weiteres genehmigen konnte und für die Zukunft einen großen Ueberschuß aus den Anlagen erzielen wird.

Es hat diese möglichst vollkommene Ausnutzung des Wassers nach allen Richtungen hin aber auch für den Ruhrtalsperrenverein eine große Bedeutung, weil er nach seinen Verträgen mit den Genossenschaften berechtigt ist, einen gewissen Teil der Ueberschüsse zurückzuerhalten, und dann ist er in der Lage, mit diesem Gelde wieder neue Unternehmungen zu unterstützen und für die trockne Zeit wieder neue Wassermengen aus andern Tälern zu beschaffen. Der weite Blick, den alle Beteiligten in diesem und auch in vielen andern Fällen gezeigt haben, hat somit Bedeutendes erreichen lassen; es hat sich erwiesen, daß die Rentabilität selbst sehr teurer Anlagen in kurzer Zeit vollkommen sichergestellt werden kann.

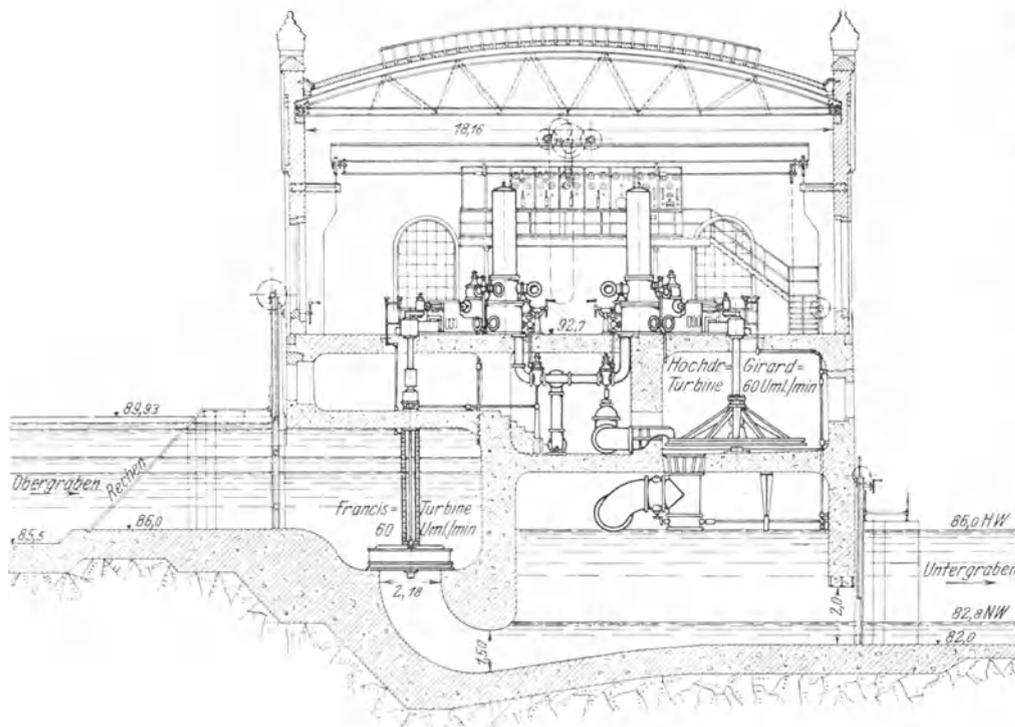
Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch einen andern Punkt berühren. Bei den Ausführungen der Talsperren handelt es sich ganz besonders um die Wahl richtigen Materials, sowohl des Steinmaterials als auch des Mörtels. In den letzten Jahren ist am Rhein ein Mörtel angewandt worden, der aus Traß, Kalk und Sand besteht und die Eigenschaft hat, durch die chemische Verbindung zwischen der Kieselsäure, die im Traß ist, und dem Kalk, den man hinzusetzt, sehr fest und dicht zu werden. In andern Gegenden, wie in Schlesien und Böh-



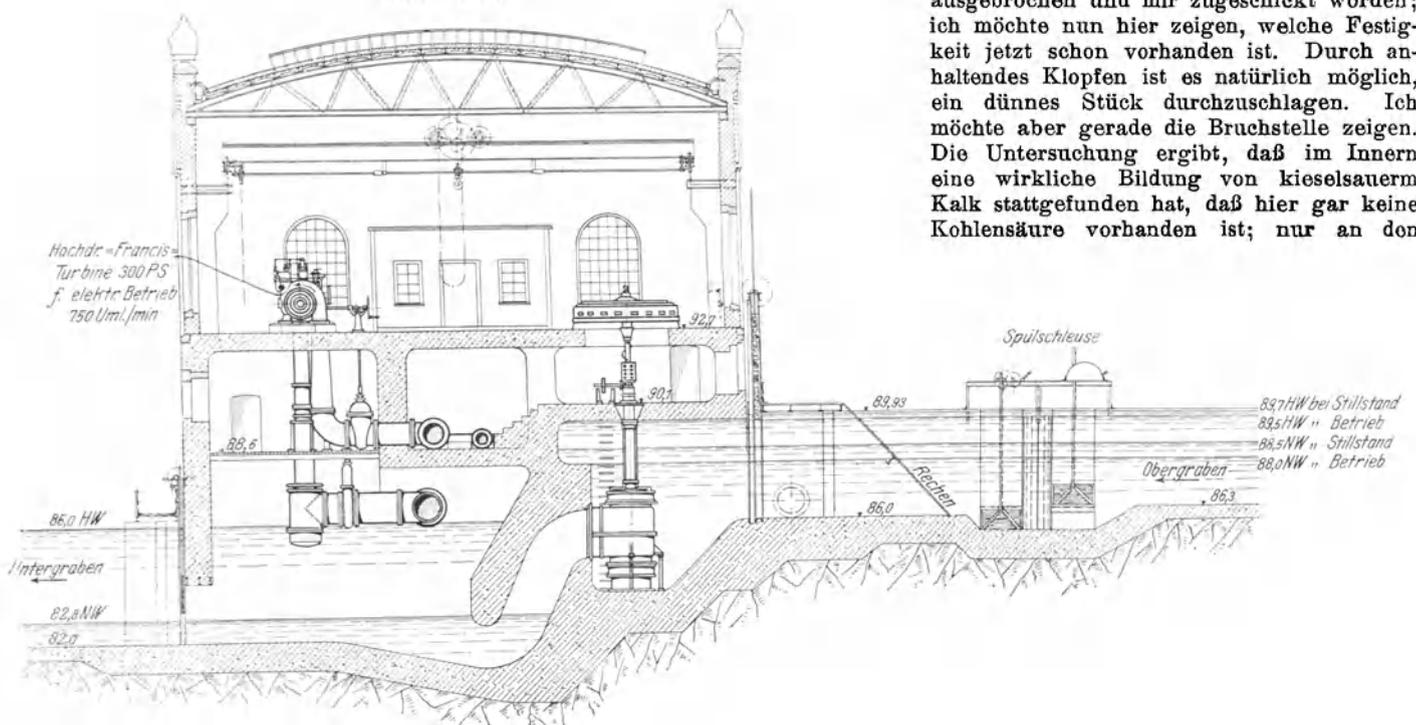
men, verwenden wir trotz der großen Entfernung vom Rhein ebenfalls den Traß, der nur in der Eifel mit den Eigenschaften gebrochen wird, wie man sie für den Mörtel

der Stadt Solingen. Pump- und Kraftstation.

Schnitt C-D.



Schnitt E-F.



wünschen muß. Aber es sind in Schlesien und in Böhmen die Mörtel anders zusammengesetzt, indem man auch Zement zufügt. Zement allein zu nehmen, verbietet sich, wenigstens nach meinen Ansichten, vorläufig deshalb, 1) weil bei der Bauausführung eine zu schnelle Erhärtung eintritt, die bei Herstellung so gewaltiger Mauer Massen nicht erwünscht ist, und 2) weil die Elastizität dieses Mörtels, die Beweglichkeit und die Dichtigkeit nicht derart sind, wie man dies für so große Mauern, die den erheblichsten Temperaturschwankungen und besonders Druckschwankungen ausgesetzt sind, wünschen muß. Es traten nun in den letzten Jahren Zweifel auf, ob in einer so gewaltigen Mauer, wie eine Talsperre

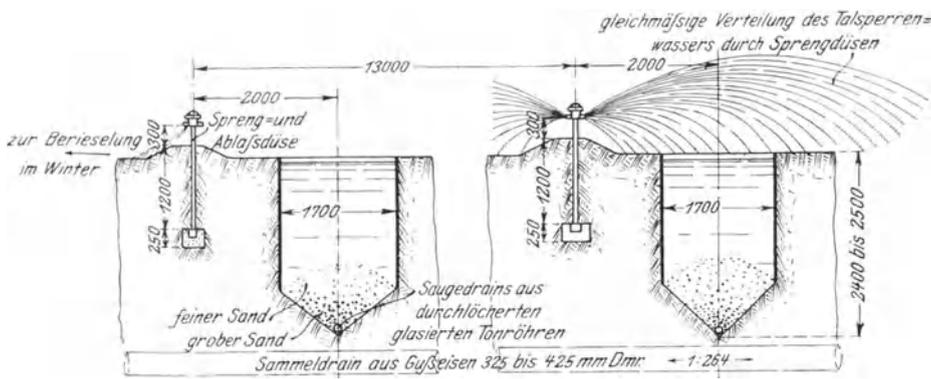
sie doch ist, bei einer Dicke von einigen 50 Metern, wie wir sie in der Eifel haben müssen, eine wirklich vollkommene Erhärtung des Mörtels im Innern stattfindet. Man hatte die bekannte Erscheinung vor Augen, daß dicke Mauern, in Kalkmörtel aufgeführt, im Innern oft nach Jahrzehnten noch ganz weichen Mörtel zeigen, weil die Luft nicht an das Innere dieses Mauerwerkes, an den Mörtel herantreten kann. Andererseits liegt ja auch der berechnete Wunsch der Behörden vor, durch Tatsachen festzustellen, wie der Mörtel beschaffen ist. Es wurde deshalb im Herbst 1903 eine Untersuchung des Mörtels an drei Talsperren in Rheinland und Westfalen vorgenommen: an der ältesten Talsperre in Remscheid, dann an der Fuelbecker, die dem Alter nach darauf folgt, und an der Herbringhauser Talsperre bei Barmen. Die Proben, die dabei entnommen sind, liegen zum Teil hier vor; sie sind aus Probeflöchern, die in das Mauerwerk gestemmt waren, herausgebrochen, und alle Beteiligten haben sich an Ort und Stelle überzeugen können, wie innig die Verbindung zwischen Stein und Mörtel und wie fest der Mörtel war. Ich darf hier ein solches Probestück vorlegen, und zwar von dem jüngsten Mörtel, den ich zufällig hier habe, der nicht aus einer der untersuchten Talsperren stammt, sondern aus der eben besprochenen Enneper Sperre. Er ist etwa 9 Monate alt, ist vor einigen Tagen herausgebrochen und mir zugeschickt worden; ich möchte nun hier zeigen, welche Festigkeit jetzt schon vorhanden ist. Durch anhaltendes Klopfen ist es natürlich möglich, ein dünnes Stück durchzuschlagen. Ich möchte aber gerade die Bruchstelle zeigen. Die Untersuchung ergibt, daß im Innern eine wirkliche Bildung von kieselsaurem Kalk stattgefunden hat, daß hier gar keine Kohlensäure vorhanden ist; nur an den

äußeren Schichten, wo die Luft hat einwirken können, zeigt sich etwas kohlensaurer Kalk. Die Erhärtung ist tatsächlich unter Wasser vor sich gegangen und hat kieselsauren Kalk gebildet.

Ein Mörtel aus der Urftalsperre, ebenfalls aus Kalk, Sand und Traß bestehend, wobei aber der Sand feiner ist als bei den übrigen Talsperren, liegt in diesem Probestück aus dem Jahre 1901 vor. Nur durch anhaltendes Hämmern ist es möglich, die Zersprengung vorzunehmen. Im Innern des Probestückes ist der dunkle Kern sichtbar, dessen Untersuchung zeigt, daß hier keine Spur von Kohlensäureverbindung zu finden ist, sondern daß sich kieselsaurer Kalk ge-

Fig. 66.

Einzelheiten der Berieselungsanlage. Schnitt durch die Zuleitung und die Saugdrains.



bildet hat. Die Erhärtung schreitet mit den Jahren immer mehr vorwärts.

Dieses Stück aus der Remscheider Talsperre stammt aus dem Jahre 1889. Man hört beim Beklopfen, daß auch hier der Mörtel eine sehr innige Verbindung hat.

Der Traßmörtel, gemischt mit Zementmörtel, wie er in Schlesien bei Marklissa und in Böhmen zur Verwendung gekommen ist, ist hier ebenfalls in einem Probestück vom Herbst 1902 vertreten. Auch diese Probe zeigt eine durchaus gute Festigkeit und Dichte.

Es ist vielleicht interessant, hiermit einen Mörtel zu vergleichen, der 1800 Jahre alt ist, der aus dem Urftgebiet in der Eifel stammt, wo die Römer einen Kanal gebaut hatten, der das Wasser aus der Urft nach Köln leitete. Diese Fläche ist hart und fest, sie besteht aus Ziegelmehl; eine Kruste von etwa 3 bis 4 mm Dicke ist im Verputz mit Ziegelmehl hergestellt. Aber im Innern ist der Mörtel wesentlich weicher, so daß er sich leicht abschlagen läßt.

Was sonst an Materialien zur Ausführung der Mauern angewandt wird, ist in einigen Probestücken vertreten, besonders die Grauwacke von der Urft, ein ganz ausgezeichnet

festes Gestein, das sich sehr innig mit dem Mörtel verbindet.

Ich kehre nunmehr zur Ennepetalsperre zurück, die nach denselben Grundsätzen wie die übrigen Talsperren ausgeführt ist. Sie dient, wie ich schon gesagt habe, teils zur Erhöhung des Niedrigwassers der Ennepe und der Rur, teils zur Wasserversorgung des Kreises Schwelm und zur Entnahme des Kraftwassers für das Kreis-Wasser- und Elektrizitätswerk. Durch zwei Stollen führen zwei Röhre von 1000 mm Dmr. hindurch, und dann wird das Kraftwasser auf etwa 1300 m Länge durch ein Rohr von 1400 mm Dmr. zum Kraftwerk geleitet, um dort Turbinen zum Pumpen und zur Erzeugung elektrischer Energie zu treiben; s. Fig. 67 bis 81.

Ich darf vielleicht noch auf eine Maßnahme aufmerksam machen, die auf Wunsch der Behörden hier zum erstenmal getroffen ist. Man hat die Frage aufgeworfen: Was geschieht, wenn nach Jahrzehnten oder Jahrhunderten eine solche Mauer in größerem Umfang ausgebessert werden muß? Man muß die Sicherheit haben, daß dann nicht der volle Wasserdruck auf die Mauer wirken kann. Zu diesem Zweck sind Notauslässe in einer solchen Höhe entworfen und werden jetzt ausgeführt, daß der Wasserspiegel beim stärksten Zufluß zum Sammelbecken nicht höher als bis zu einer Grenze steigen kann, wo der Wasserdruck gegen die Mauer nur etwa halb so groß ist, als wenn das Sammelbecken voll wäre. Das Wasser würde bei einer etwaigen Re-

Fig. 74.

Querschnitt der Sperrmauer. Ueberlauf, Hochwasserentlastung und Sturzbett.

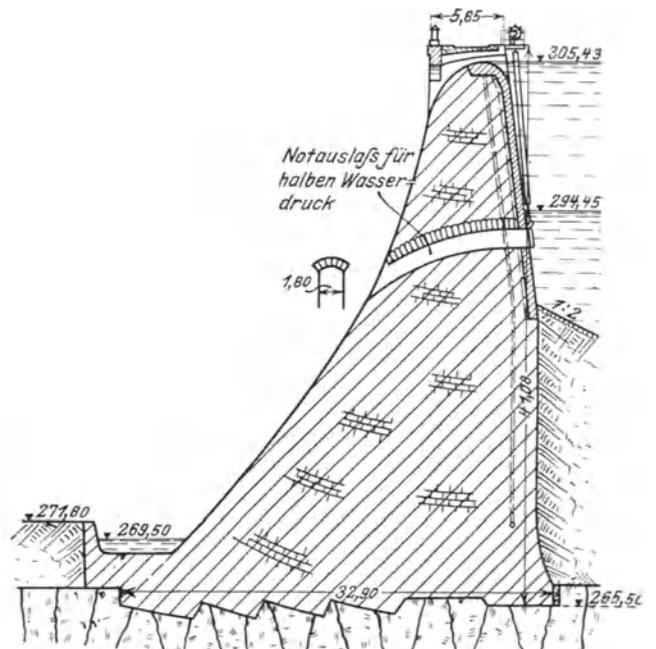
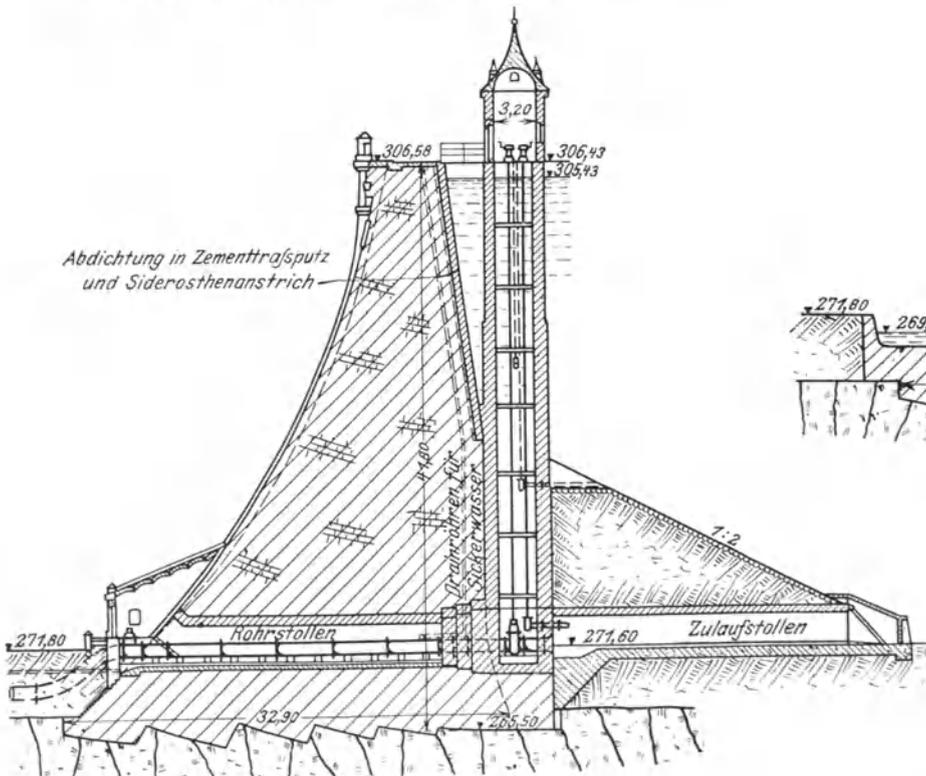


Fig. 75.

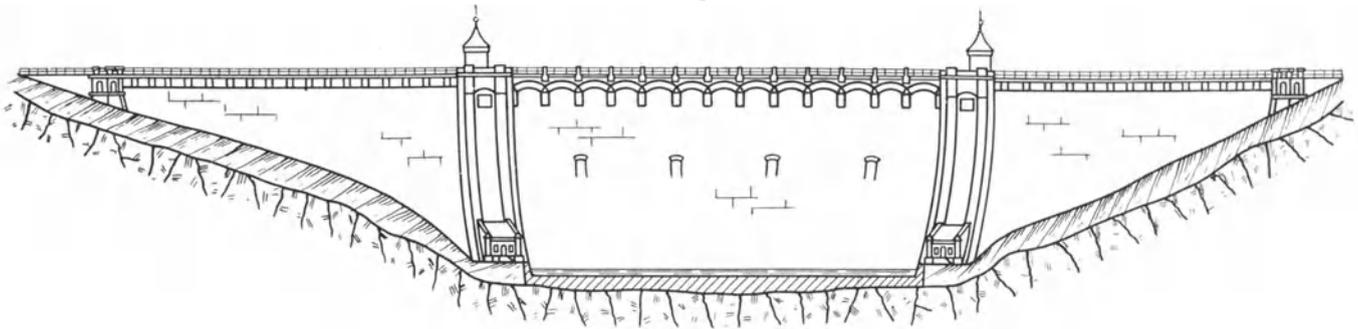
Querschnitt der Sperrmauer und des Entlastungsschachtes.



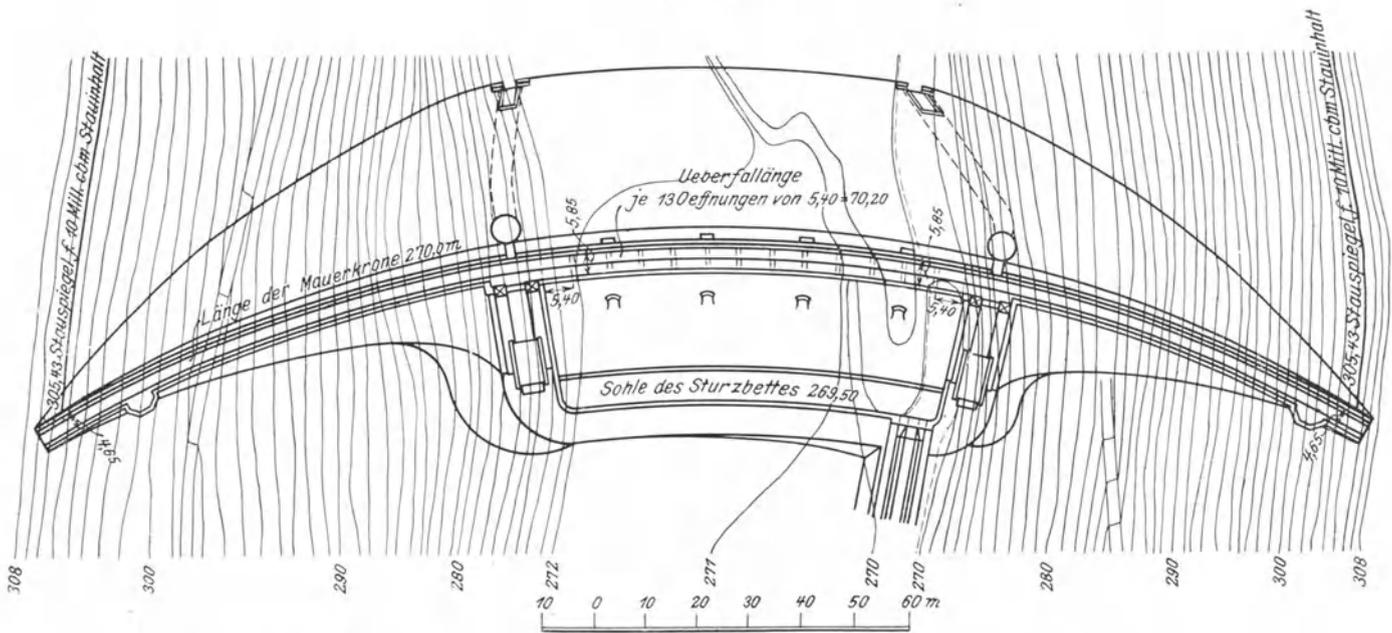
paratur, nachdem man die Schieber geöffnet hat, die diese Notauslässe für gewöhnlich verschließen, in ein Absturzbecken schießen, wo seine lebendige Kraft gebrochen wird. Sonst wird die Entlastung des Sammelbeckens durch einen überwölbten Ueberlauf bewirkt; im mittleren Teil der Mauer befinden sich zahlreiche Öffnungen, die das Wasser hindurchtreten lassen. Wir werden auf der Photographie eines ausgeführten Talbeckens später sehen, wie ruhig das

Fig. 67 bis 73.

Talsperre im Ennepetal. Sperrmauer für 10 Mill. cbm Stauinhalt.  
Ansicht der Sperrmauer.

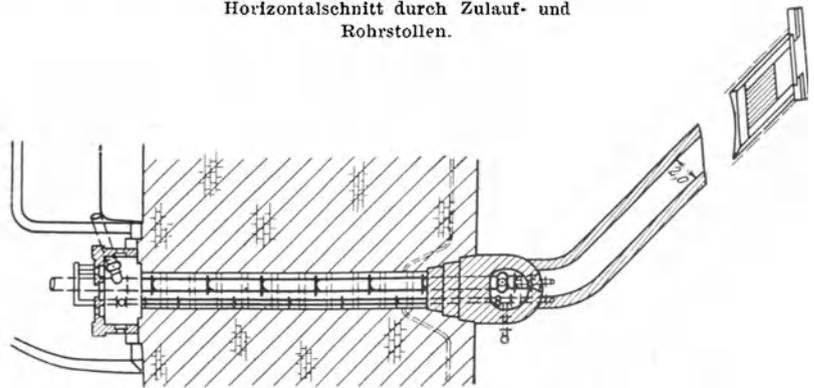
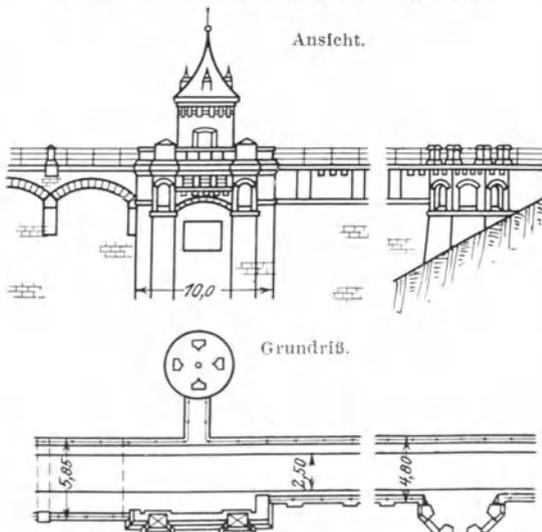


Grundriß.



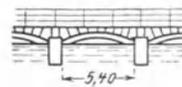
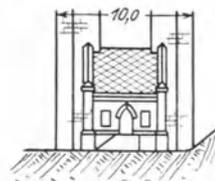
Architektonische Ausbildung der Mauerkrone.

Horizontalschnitt durch Zulauf- und Rohrstellen.



Ansicht des Schieberhauses.

Ansicht des Ueberlaufes von der Wasserseite.



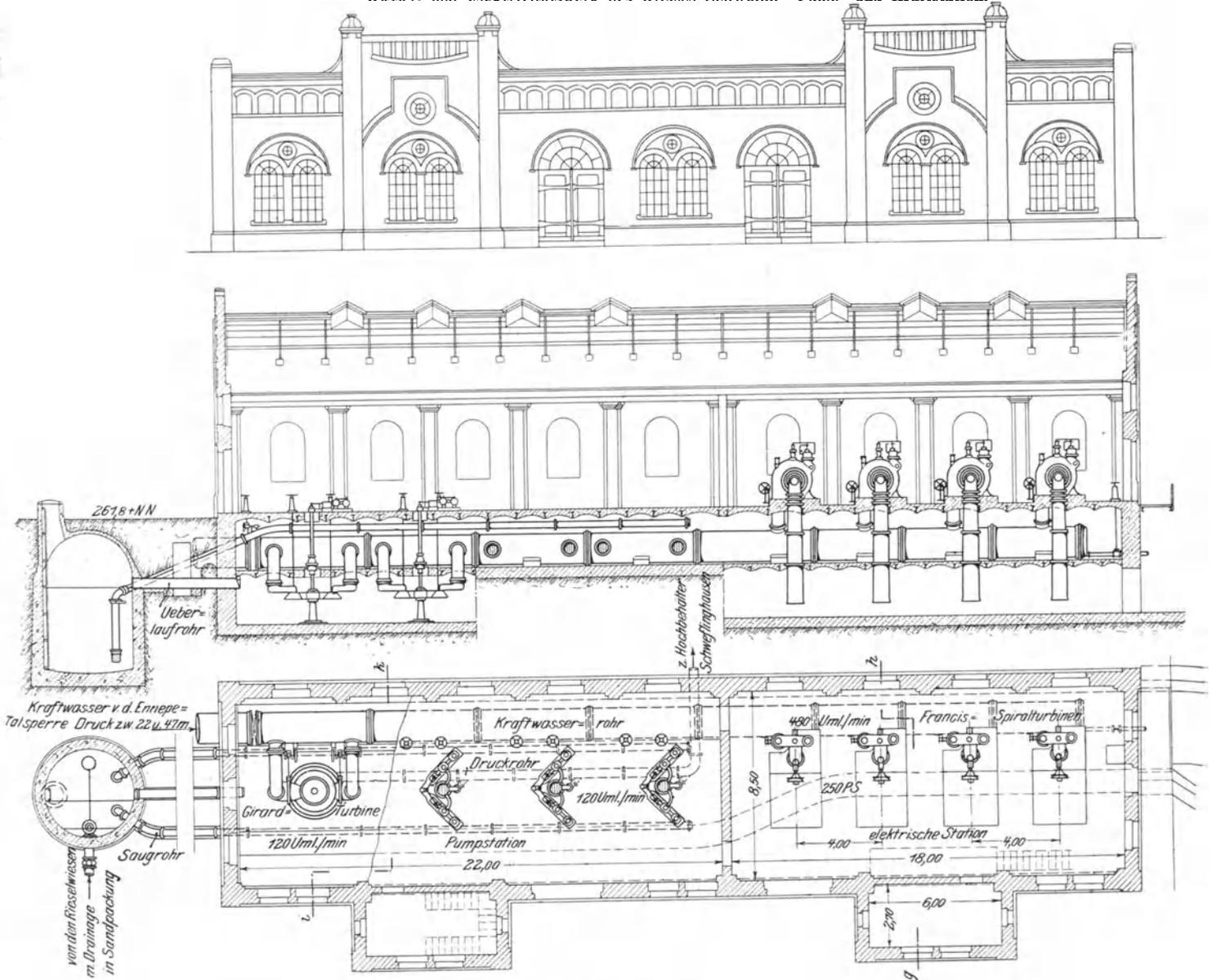
Wasser über einen solchen Ueberlauf hinabstürzt und wie ruhig es unten im Sturzbecken ankommt.

Fig. 76 bis 81 zeigen das Kraft- und Pumpwerk für den Kreis Schwelm. Das Wasserrohr für die Turbinen von 1400 mm Dmr. geht der Länge nach durch; das Wasser zweigt seitlich zu den einzelnen Turbinen ab. Je nachdem Pump- oder Dynamomaschinen getrieben werden sollen, sind die Umlaufzahlen der Turbinen natürlich sehr verschiedenen gewählt.

Die größte Anlage Europas, die sich gegenwärtig ihrer Vollendung nähert, an der Urft in der Eifel, ist durch eine Sperrmauer am unteren Ende eines vielfach gewundenen gewaltigen Beckens gebildet; s. Fig. 82. Eine Mauer von 58 m Höhe staut einen See von 10 km Länge auf, der 45,5 Mill. cbm Wasser faßt. Die Kosten sind durch sieben Kreise auf-

Fig. 76 bis 81.

Wasser- und Elektrizitätswerk des Kreises Schwelm. Pump- und Kraftstation.



Querschnitt g-h.

Querschnitt i-k.

gebracht, die sich zu einer Gesellschaft mit beschränkter Haftung vereinigt haben. Die Gesamtkosten dieser Anlage und der zugehörigen elektrischen Kraftübertragung belaufen sich auf 8,5 Mill. M. Da weitere Zuschüsse von naheliegenden Interessenten hier nicht gezahlt werden — ich möchte das im Gegensatz zu andern Anlagen hervorheben —, so mußte die ganze Verzinsung des Anlagekapitals durch die Ausbeutung der Wasserkraft der Talsperre erzielt werden. Demnach ist durch den Berg hindurch ein 2800 m langer Stollen getrieben, der das Wasser aus der Sperre unter Druck zu den Rohren leitet.

Urft und Rur legen von der Sperrmauer bis zum Kraftwerk bei Heimbach in mächtigen Windungen einen Weg von etwa 25 km zurück, s. Fig. 82, so daß man durch den Stollen bei gefülltem Becken ein Gefälle von 110 m gewinnen konnte, Verhältnisse, wie man sie selten so günstig finden wird. Der Wasserspiegel im Becken schwankt, und mit ihm der Druck,

zwischen 70 und 110 m. Den Elektrotechnikern und den Turbinenkonstruktoren war somit die Aufgabe gestellt, Turbinen anzulegen, die bei diesem schwankenden Druck einen möglichst gleichmäßigen Gang und einen möglichst großen Nutzeffekt haben. Da nun bei der blühenden Industrie, die in diesem Gebiet schon vorhanden ist und sich immer weiter entwickelt, und bei dem Bedürfnis nach Licht und Kraft auch für andre Zwecke vorherzusehen war, daß demnächst noch viel mehr Kraft notwendig werden würde, als sie hierdurch geschaffen ist, so sind unterhalb des Hauptkraftwerkes bei Wittscheid, Blens und Neuenhof noch weitere Nebenanlagen geplant und auch schon zwei derselben behördlich genehmigt, um das Wasser durch ähnliche Stollen, die man zur Abschneidung solcher Umwege der Rur anlegen kann, in größerem Umfange auszunutzen; s. Fig. 82. Dadurch kann die verfügbare Leistung für die Zukunft noch wesentlich erhöht werden. Der Wasserausgleich ist durch die Hauptanlage geboten; im übrigen brauchen nur die Kraftanlagen und die kleinen Stollen hergestellt zu werden, so daß also die Mehrkosten gegenüber den Gesamtkosten, die für diese erste Anlage notwendig gewesen sind, fast verschwinden.

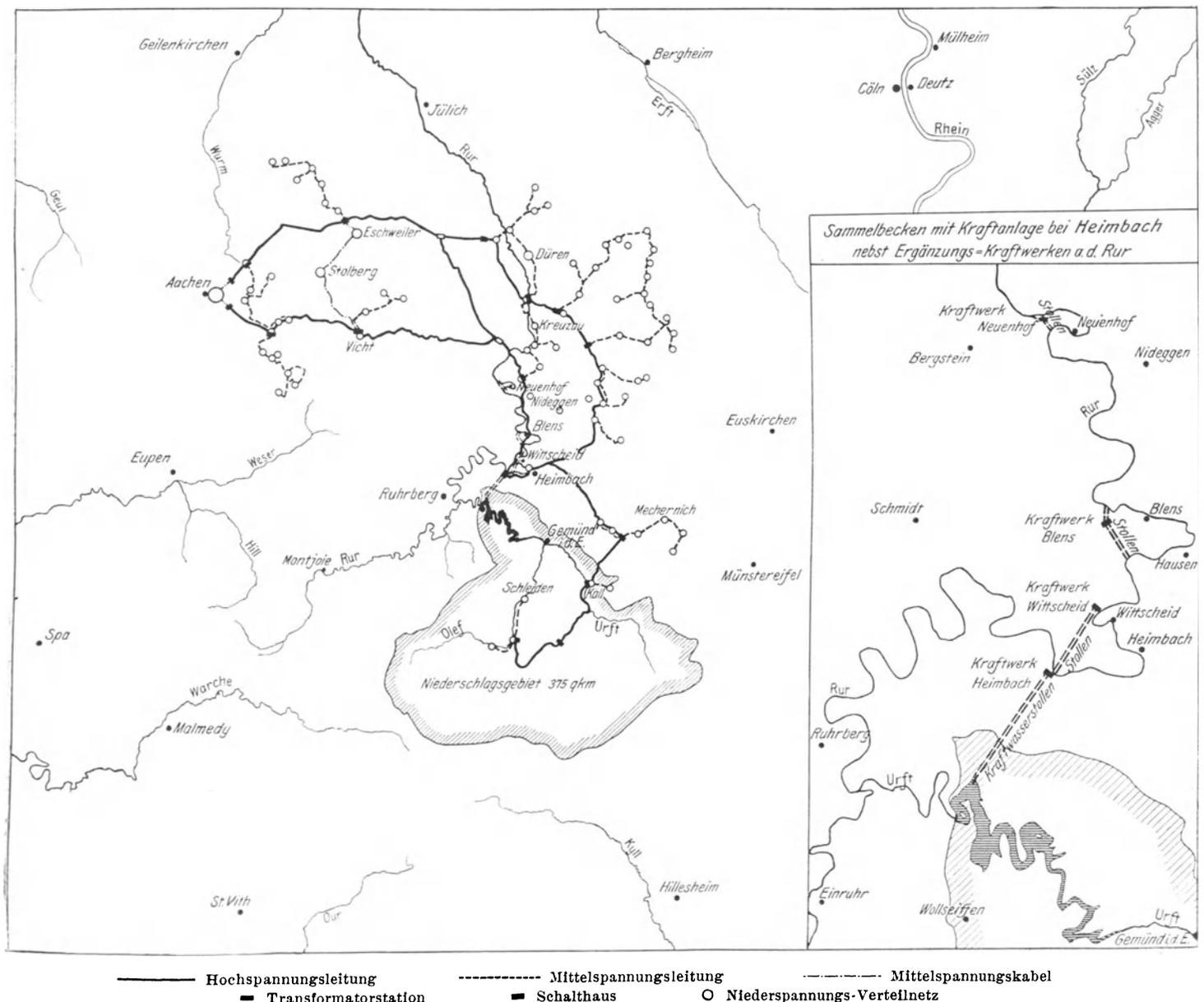
Die Anlage zur Kraftausnutzung bei Heimbach speist das in Fig. 82 dargestellte Netz für elektrische Kraftübertragung. 22 Millionen KW-Stunden werden hier geschaffen, und davon sind schon 16 Millionen fest verkauft und eine Einnahme von

660 000 *M* jährlich gesichert, so daß also alles, was an Kraftverbrauch noch hinzukommt, einen sehr erheblichen Ueberschuß für die Zukunft bringen wird. Dabei ist noch zu beachten, daß, wenn die Anlagekosten getilgt sind, die Hauptkosten verschwinden, so daß eine derartige Anlage für die Zukunft — sagen wir nach 30, 40, 50 Jahren, je nachdem man tilgt — einen großen Nationalwohlstand bedeutet, der den Bewohnern dieser Gebiete dauernd zustatten kommen wird.

Die Urftalsperre konnte bei 58 m Höhe mit einer verhältnismäßig geringen Kronenlänge ausgeführt werden; s. Fig. 83 bis 88. Auch hier ist eine starke Wölbung gewählt. Die Mauer schließt sich an einen Bergrücken an, auf dem der Ueberfall zur Entlastung des Beckens angelegt ist. Durch diesen gewölbten Ueberfall von 100 m Länge wird eine solche Entlastung erzielt, daß die Mauer nicht überflutet werden kann. Nebenbei bemerkt, ist dieser Ueberfall noch etwa 5 m höher als der Niagarafall. Die Abstufungen im Gehänge sind in Felsen und in Beton ausgeführt. Wir werden in photographischen Aufnahmen die schon bis zur Krone emporgeführte Mauer und den Ueberfall noch dargestellt sehen. Oben sind noch Durchlässe und Schützen eingebaut (Fig. 84 und 85, Querschnitte), um, wenn es erwünscht ist, den Wasserspiegel ausnahmsweise einige Meter absenken zu können, wenn etwa das Becken voll genug wäre und eine größere Hochflut zu erwarten sein sollte.

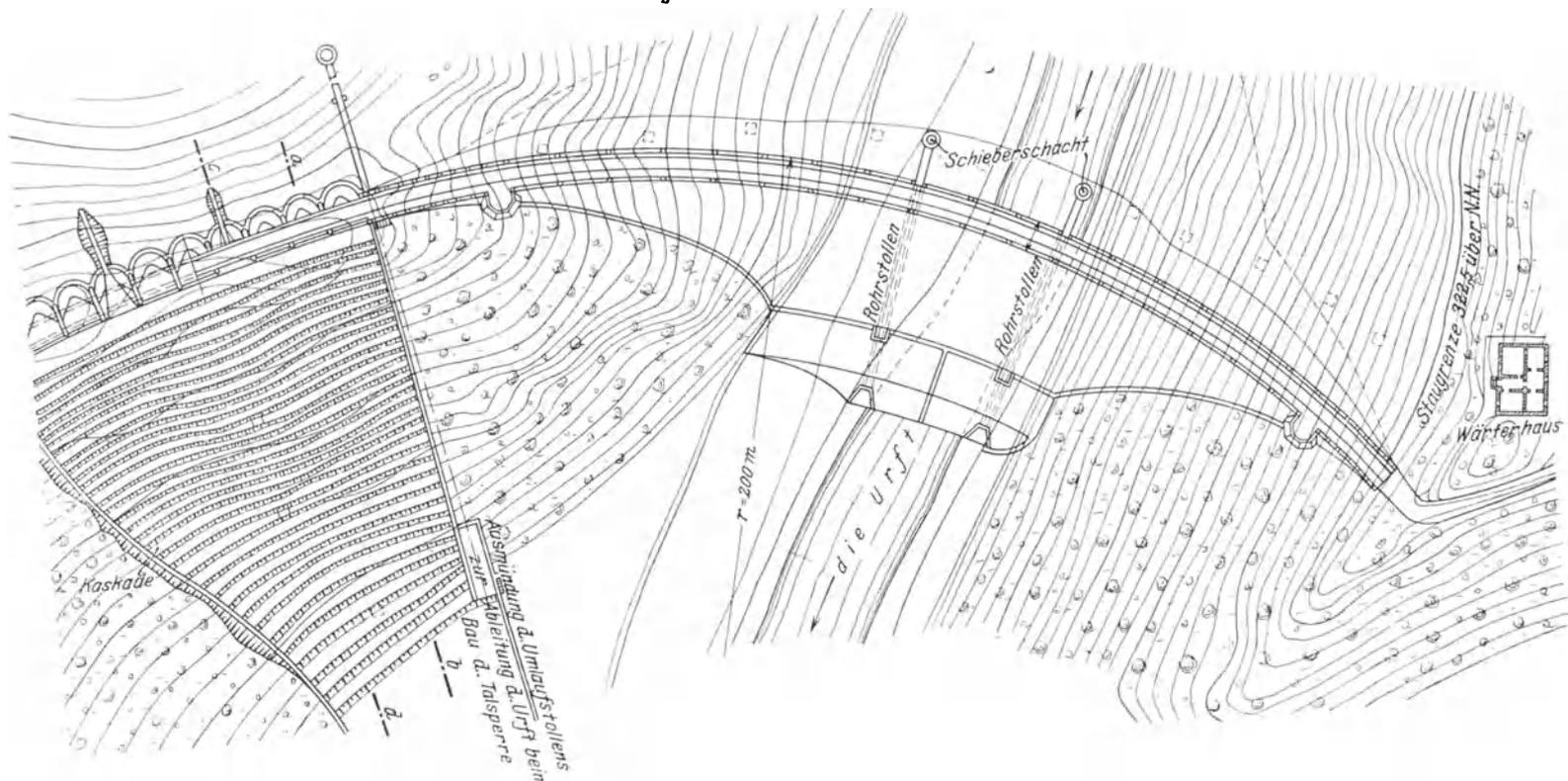
Fig. 82.

Talsperre im Urfttal bei Gemünd in der Eifel und Kraftstation bei Heimbach a. d. Rur.

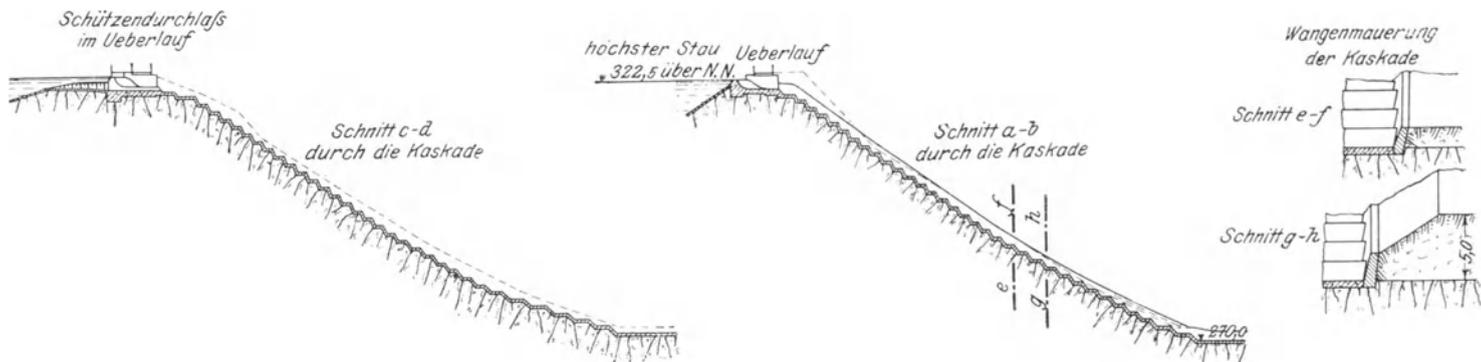


- Hochspannungsleitung
- Transformatorstation
- Mittelspannungsleitung
- Schalthaus
- Mittelspannungskabel
- Niederspannungs-Vertelnetz

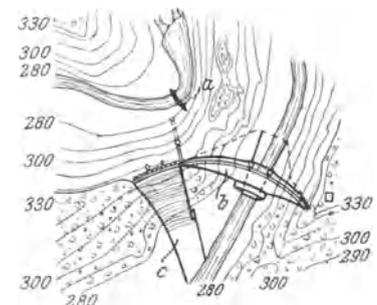
Fig. 83 bis 88. Urfttalsperre.



Der Umlaufstollen wird nach Fertigstellung der Talsperre abgemauert und mit Abflöhrren und Schiebern versehen.



Lage der Sperrmauer mit Ueberlauf.



- a vorläufiges Wehr für die Ableitung der Urft während der Bauzeit
- b Sperrmauer
- c Ueberlauf und Kaskade

Anm. Die Höhe eines Absatzes der Kaskade beträgt im allgemeinen 1,5 m, die Breite richtet sich nach dem jeweiligen Befund des Felsens, beträgt aber mindestens 1,5 m.

schlag. Im oberen Teil, wo der Schutz durch Erde und durch Geröll nicht mehr erzielt werden kann, ist eine Brandmauer gegen jeden Einfluß von der Wasserseite vorgesetzt. Die Kraftwirkungen sind durch die Stützlinie dargestellt (Fig. 92

Der Mauerquerschnitt der Urftsperrre ist in Fig. 89 bis 95 zur Darstellung gebracht; er ist nach den bereits angegebenen Grundsätzen entworfen und ausgeführt. Dem Eindringen des Wassers von der Wasserseite her ist wieder durch Abdichtung, durch Verputz und Siderosthenanstrich, der sich vorzüglich bewährt hat, vorgebeugt. Eine Ausschüttung des aus der Baugrube ausgehobenen Erdreiches sichert ebenfalls gegen Eindringen von Wasser, gegen Witterungseinflüsse, gegen Wellenschlag.

bis 95); sie verlaufen für leeres und volles Becken im Kern der Mauer. Hierbei sind allerdings nur der Druck von der Wasserseite her, die eigene Last des Mauerwerkes und der Druck des Erdreiches in Rechnung gezogen. Ich werde bei der Sperrmauer von Marklissa nochmals auf diesen Punkt zurückkommen, wo man aus übertriebener Rücksichtnahme auf die Befürchtungen der Bevölkerung noch einen Schritt weiter gegangen ist. Bei den Vorsichtsmaßnahmen, wie sie hier getroffen sind, erscheinen aber die obigen Annahmen als völlig ausreichend, besonders wenn man sehr dichten Untergrund in Rücksicht zieht, in den das Wasser nicht eindringen kann, und wenn man sich mit dem Fundament, wie es überall geschieht, tief in den festen Felsen hineinsetzt, wie die Darstellung zeigt. Es ist dies ein Tonschiefer, von dem ein Probestück hier vorliegt, von sehr günstiger Beschaffenheit und sehr dicht gelagert. Die gewaltige, 58 m hohe Mauer hat im Fundament eine Dicke von über 50 m. Auch hier ist ein Schacht zum Ablassen von Wasser mit Schiebern und Stellvorrichtungen eingebaut, die der Betriebsicherheit wegen alle oben angebracht sind, so daß kein beweglicher Teil außer dem eigentlichen Schieber unter Wasser steht. Es ist hier eine dreifache Abstellung möglich, während für gewöhnlich zwei Verschlüsse vorgesehen sind, für den Fall, daß einer versagt.

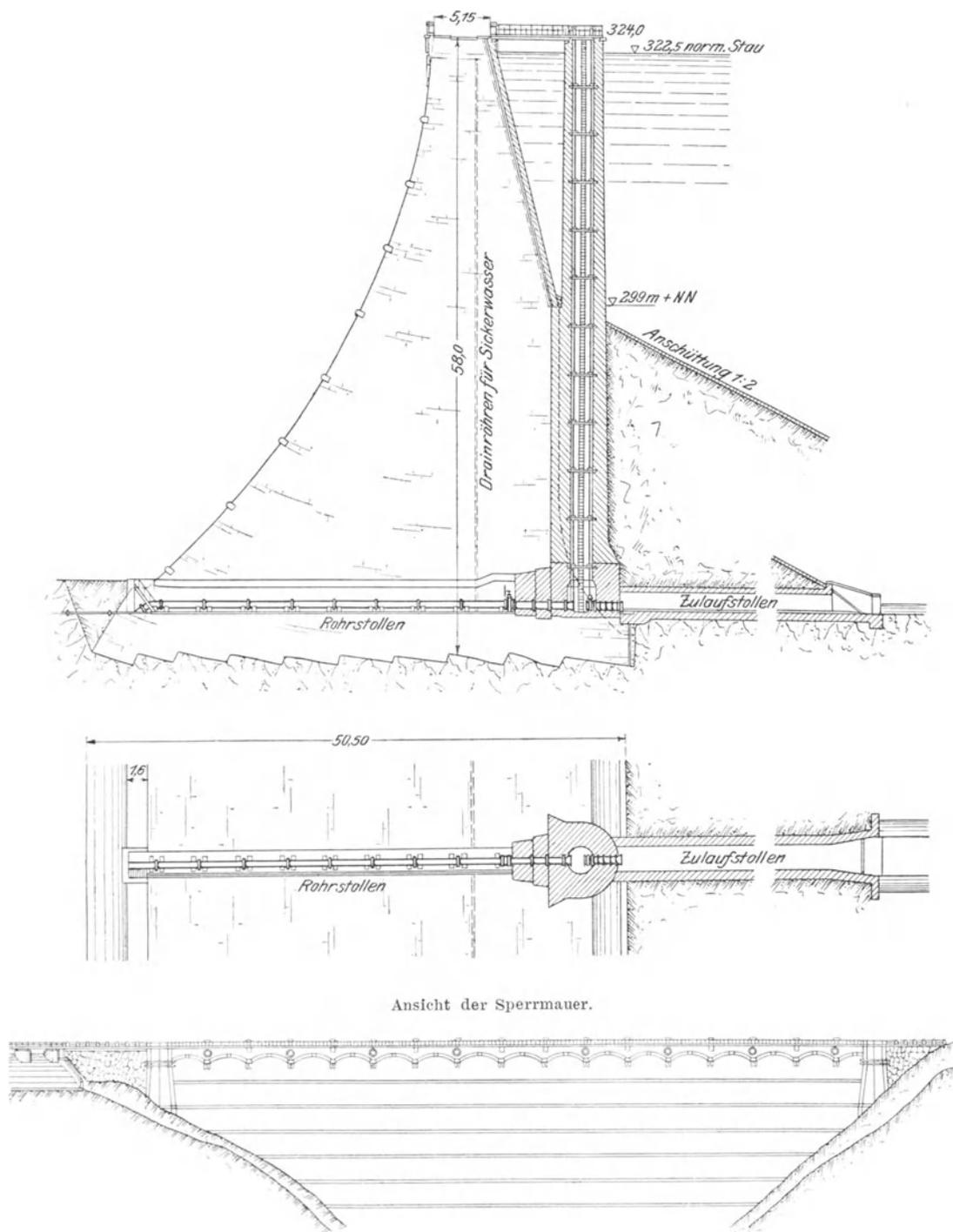
Im dem Hang, an dem der Ueberfall liegt, und an den sich die Sperrmauer anschließt, befinden sich Verschlüß-

vorrichtungen für einen Stollen, der während der Bauausführung angelegt war, um die Baugrube trocken zu legen; s. Fig. 96 (S. 40). Der Rücken, in dem der Ueberfall liegt, wurde durchstoßen, das Wasser um die Baustelle herumgeleitet und diese dadurch so trocken gelegt, daß man ohne Schwierigkeit bauen konnte. Einige Photographien werden das noch deutlicher zeigen. Dieser Stollen mußte wieder geschlossen werden. Das zeigt die in der Figur dargestellte

Wasser dem Kraftwerk zuführen. Da nun je nach dem Betriebe die Wassermengen wechseln und bei der bedeutenden Länge des Stollens die lebendige Kraft der großen Wassermasse sehr erheblich schwankt, so ist zur Vermeidung von Stoß- und sonstigen hydraulischen Wirkungen ein Entlastungsschacht eingerichtet; wenn demnach plötzlich alle Turbinen abgestellt würden, so könnte durch die Hebung des Wasserspiegels im Schacht bis zu entsprechender Höhe die vorhandene lebendige Kraft des

Fig. 89 bis 91.

Querschnitt durch die Sperrmauer und Horizontalschnitt durch den Rohr- und Zulaufstollen.



im Stollen zuströmenden Wassers ganz und gar vernichtet werden. Es wird das ja nie eintreten. Wir haben acht Turbinen, jede von 2000 PS, die nicht alle plötzlich ein- und abgestellt werden; aber zur Vorsicht ist man hier so weit gegangen.

Der Kraftwasserstollen ist durchweg ausgemauert oder ausbetoniert. Er muß wasserdicht sein, was allerdings im Kermetergebirge bei einer Ueberlagerung von einigen hundert Metern durch Tonschiefer ohne weiteres der Fall sein würde; aber er muß ferner auch glatte Wände haben, damit die Reibungsverluste möglichst gering werden. So ist überall Betonierung, und zwar in sehr verschiedener Dicke, ausgeführt, je nachdem das Gebirge ein drückendes war oder nicht. Im allgemeinen genügte schon eine Auskleidung zur Dichtung und Erzielung glatter Wandflächen; nur hin und wieder haben auf einige hundert Meter Länge verstärkte Betonierungen ausgeführt werden müssen. Auch hier ist im Innern — das hatte sich beim Entlastungsstollen vorzüglich bewährt — auf den Verputz ein mehrmaliger Siderosthenanstrich gebracht worden. Die Flächen sind ausgezeichnet glatt, das Mauerwerk vorzüglich dicht, so daß, Verluste durch die Wandung jedenfalls aufs äußerste eingeschränkt sind. Die Rohrleitung, die den Berghang von hier bis zum Kraftwerk mit 70 m Gefälle hinunterführt, gabelt sich in zwei Stränge, die im Kraftwerk die beiden Turbinenreihen mit ihren Dynamos speisen.

Das bei Heimbach ge-

legene, jetzt in der Aus-

föhrung begriffene Kraftwerk, für das alle Teile: Dynamos, Turbinen und elektrische Einrichtungen, vergeben sind, ist in Fig. 104 bis 107 dargestellt. In zwei Gruppen sind die Turbinen nach außen hin angeordnet, um die Dynamos nach der Mitte legen zu können; die Schaltbühne befindet sich an einem Ende der großen Halle, und man kann von ihr aus bequem in den Gang, der zwischen den Dynamos bleibt, hineinsehen und alle Generatoren überblicken. Die Leistung der Genera-

torleistung beträgt 2000 PS. Die Leistung der Generatoren beträgt 2000 PS. Die Leistung der Generatoren beträgt 2000 PS.

toren und der Turbinen ist auf 2000 PS bemessen; die muß aber, wenn niedrige Wasserstände herrschen, etwas eingeschränkt werden, und zwar — was vollständig für den Betrieb ausreicht — bis auf 1500. Das sind die Grenzen für die Leistung dieser Hochdruckturbinen. Außerdem schwankt, wie ich schon bemerkt habe, der Betriebsdruck zwischen 70 und 110 m.

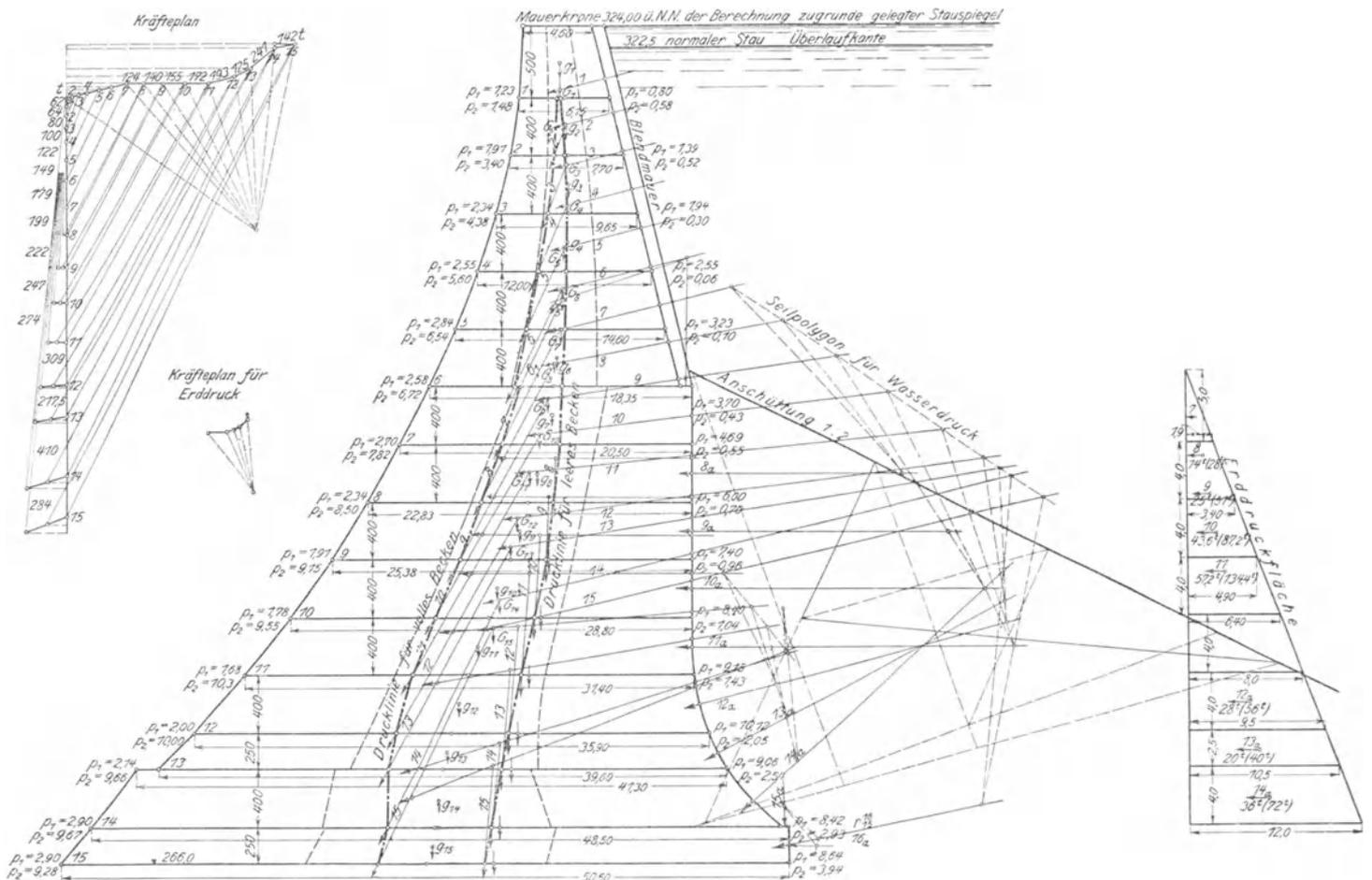
Hinter der Schaltbühne sind die Einrichtungen für die Transformatoren untergebracht, die notwendig sind, um die Spannung, die in den Generatoren 5000 V beträgt, auf 35 000 V für die Fernleitung hinaufzubringen. Nachher, in der Nähe der Ortschaften, wo die Verwendung stattfindet, wird wieder auf 5000 V herabtransformiert. Man ist heutzutage durchaus

kann. Das Wasser tropft auch nicht wie gewöhnlich an äußeren Rinnen ab, sondern es ist ein Rückfall des Daches angeordnet, und die Sammelrinnen liegen warm und zugänglich im Innern, so daß sich Rinnen und Abfallrohre nicht verstopfen können.

Fig. 108 und 109 zeigen den Plan der Queis-Talsperre bei Marklissa. Das Sammelbecken für Hochwasserschutz hat 15 Mill. cbm Stauinhalt, während bei Nutzwasserfüllung, die auf 5 Mill. cbm berechnet ist, nur der untere Teil des abgesperrten Tales überstaut wird. Um diese Talsperre auszuführen, war ebenfalls eine Entlastung durch zwei Stollen notwendig, die in der Figur links und rechts von der Sperrmauer angedeutet sind. Sie leiteten das durch einen Beton-

Fig. 92 bis 95.

Statische Untersuchung der Sperrmauer bei Gemünd.



Höhe der Mauer 58 m.  
 Der Stauspiegel ist für die statische Untersuchung in der Höhe der Mauerkrone angenommen, während die Kante des Ueberlaufes 1,5 m tiefer liegt.  
 Gewicht des Mauerwerkes in Tonschiefer und Grauwacke und in Traßmörtel mindestens 2300 kg/cbm.

Gewicht der Erdhinterfüllung in der Luft 1600 kg/cbm.  
 Gewicht der Erdhinterfüllung im Wasser 800 kg/cbm.  
 Das Gewicht der schützenden Blendmauer an der Wasserseite ist zur Vorsicht unberücksichtigt geblieben.  
 $p_1$  = Kantenpressung bei leerem Becken.  
 $p_2$  = Kantenpressung bei gefülltem Becken.

nicht mehr ängstlich in bezug auf hohe Spannungen; mein Kollege, Hr. Prof. Dr. Rasch in Aachen, welcher den elektrischen Teil der Anlage zu vertreten und zu begutachten hat, und der kürzlich Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit der Isolatoren angestellt hat, hat gefunden, daß die hohen Spannungen nicht im geringsten bedenklich sind, daß die Isolatoren schon vielfach 100 000 V aushalten, ohne daß ein Durchschlagen zu befürchten wäre.

Das Kraftwerk ist mit Oberlicht und auch mit Seitenlicht versehen; oberhalb der Dynamos befindet sich kein Oberlicht, damit nicht etwa Tropfwasser auf die Dynamos fällt. Das Dach wird mit Schwemmsteinen ausgewölbt, die am Rhein zu leichten Decken mit Vorteil benutzt werden. Darauf kommt Holzzement-Bedeckung, so daß kein Wasser hindurchkommen

damm gestaute Wasser des Queis zu beiden Seiten ab. Auch hier war also die Baugrube während der Ausführung vollkommen trocken gelegt. Die Stollen sind glücklicherweise während des Baues nie voll beansprucht worden; eine Hochflut wie 1897 ist ja nicht eingetreten. Die Leistungsfähigkeit der Stollen war auf etwas über 400 cbm/sk berechnet; wenn ein höherer Druck eintritt, sobald die Mauer hoch genug ist, geht ihre Leistung bis zu 780 cbm/sk hinauf. Im übrigen — das möchte ich hier hervorheben — hat die Möglichkeit, daß während des Baues bei einer gewaltigen Hochflut die Mauer selbst überschwemmt werden könnte, mit dazu Veranlassung gegeben, den Mörtel aus Zement und Traß zusammenzusetzen, um schon in wenigen Wochen eine größere Erhärtung zu bewirken. Traßmörtel erhärtet in den ersten



Fig. 96.

Längsschnitt durch den Entlastungsstollen, den Schieberschacht und die Zugangsbrücke.

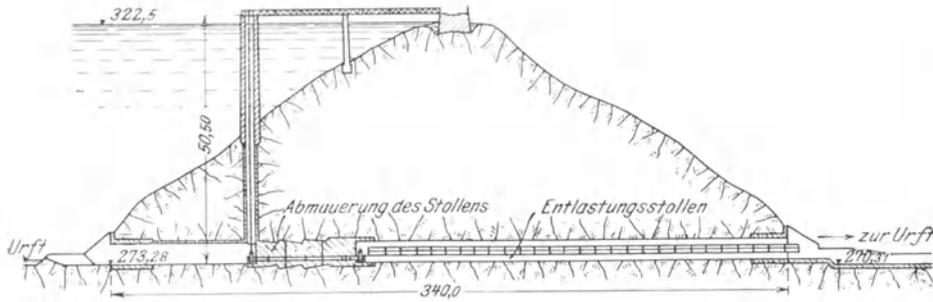
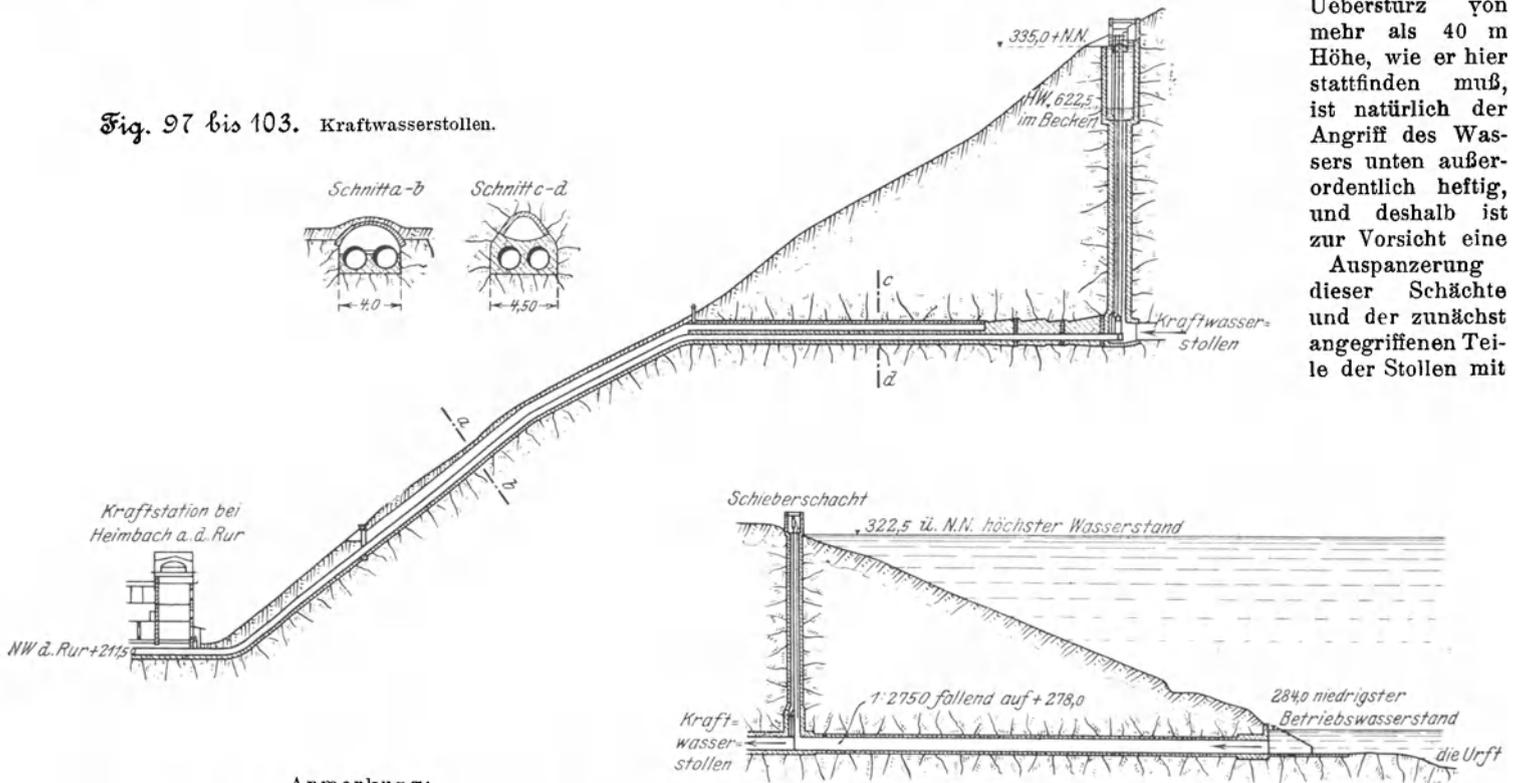
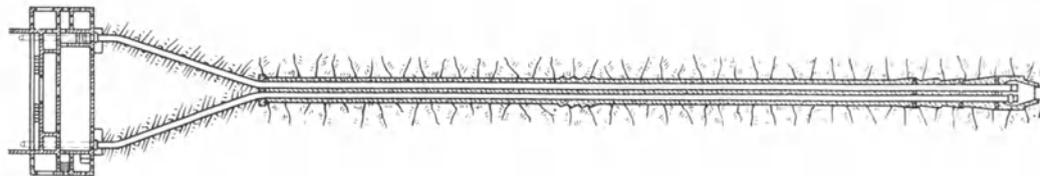


Fig. 97 bis 103. Kraftwasserstollen.

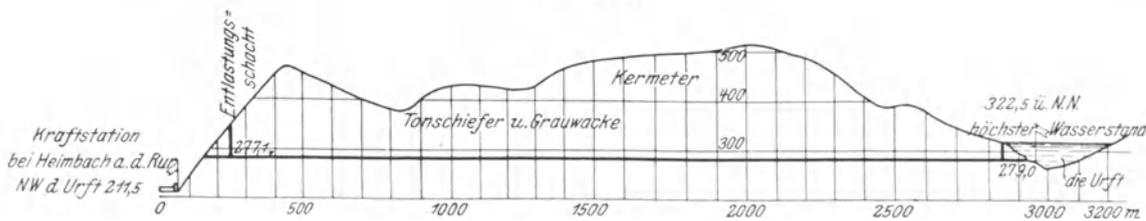


Anmerkung:

Der oben erweiterte Teil des Entlastungsschachtes bildet den Ausgleichsraum für plötzliche Betriebschwankungen zum Vernichten der lebendigen Kraft des zufließenden Wassers.



Stollenprofil.

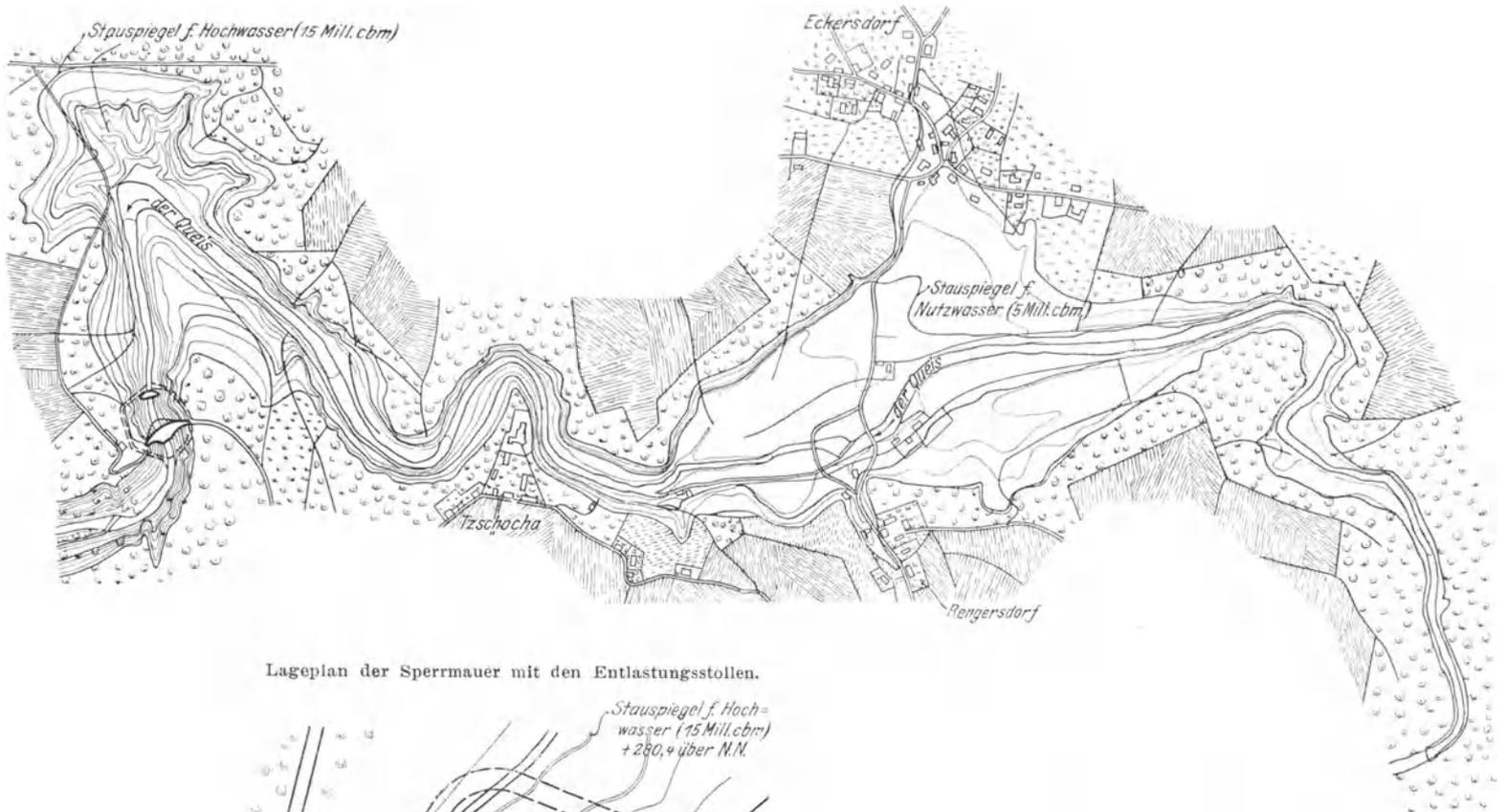


Monaten sehr langsam, und das rechnen wir ihm im allgemeinen als Vorteil an. Ist die Festigkeit gering, die Elastizität und Nachgiebigkeit sehr groß, und würde auf solchen Mörtel ein plötzlicher Angriff durch Ueberflutung ausgeübt werden, so würde er nachgeben. Aber nachdem er erhärtet ist, nach sechs bis zehn Monaten, ist er durchaus unangreifbar, selbst für große Wassergeschwindigkeiten. Die Stollen werden nachher abgemauert; Ueberfallschächte zur Entlastung des Beckens münden in sie ein und lassen das Wasser unschädlich nach unten gelangen. Die Ueberlaufwehre für Nutzwasserbecken und Hochwasserbecken sind in Fig. 109 angedeutet. Bei so gewaltigem Uebersturz von mehr als 40 m Höhe, wie er hier stattfinden muß, ist natürlich der Angriff des Wassers unten außerordentlich heftig, und deshalb ist zur Vorsicht eine Auspanzerung dieser Schächte und der zunächst angegriffenen Teile der Stollen mit

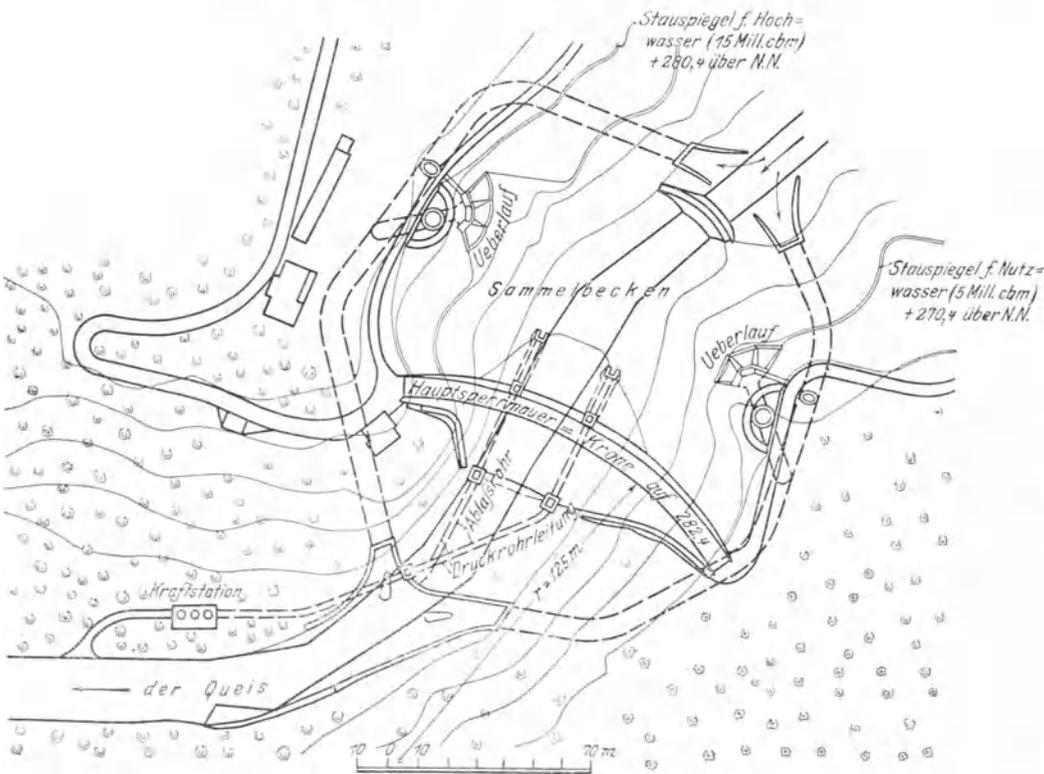
Stahlblechen vorgesehen.

Die Einzelheiten der Queistalsperre sind in Fig. 110 bis 122 wiedergegeben. Es handelt sich hier um ein tief eingeschnittenes, wildes Tal, ganz anders als bei den oft sanftwelligen Tälern des bergischen Landes. Der Gneis steht ganz gewaltig fest, und es war außerordentlich schwierig, die Umleitstollen auf beiden Hängen durchzuführen. Auch durch die Mauer gehen zwei Stollen hindurch, welche

Fig. 108 und 109. Queis-Talsperre bei Marklissa.



Lageplan der Sperrmauer mit den Entlastungstollen.



dringt. Auch hier ist die Wasserseite durch Putz und Siderosthenanstrich völlig abgedichtet, so daß schon deshalb das Wasser nicht hineingelangen kann. Aber wie ich schon erwähnt habe: die Aengstlichkeit der schlesischen Bevölkerung, daß die Anlage einer solchen Talsperre eine neue, vielleicht noch viel größere Gefahr bringen möchte, als bis jetzt bei Hochwasser schon bestanden hat, gab Veranlassung, daß man das Profil hier noch stärker machte. Damit ist nun, und das möchte ich betonen, die Grenze der Konstruktion erreicht, über die hinaus jede Verstärkung nicht nur keinen Nutzen mehr bringt, sondern schädlich wirkt, da sie zu einer Ueberlastung des Mauerwerkes führt. Wenn der volle Druck in den Fugen angenommen wird und man dann noch voraussetzt, daß die Resultierende durch das innere Drittel hindurchgeht, so ist daraus der Schluß zu ziehen, daß Zugspannungen nicht entstehen können.

Der Wasserdruck kann aber nur ausgeübt werden, wenn sich Fugen öffnen, und diese können sich doch nur öffnen, wenn Zugspannungen eine Klaffung hervorrufen. Das ist also auch die äußerste Grenze, bis zu der man überhaupt gehen könnte; für die Folge wird es wohl schwerlich wieder vorkommen.

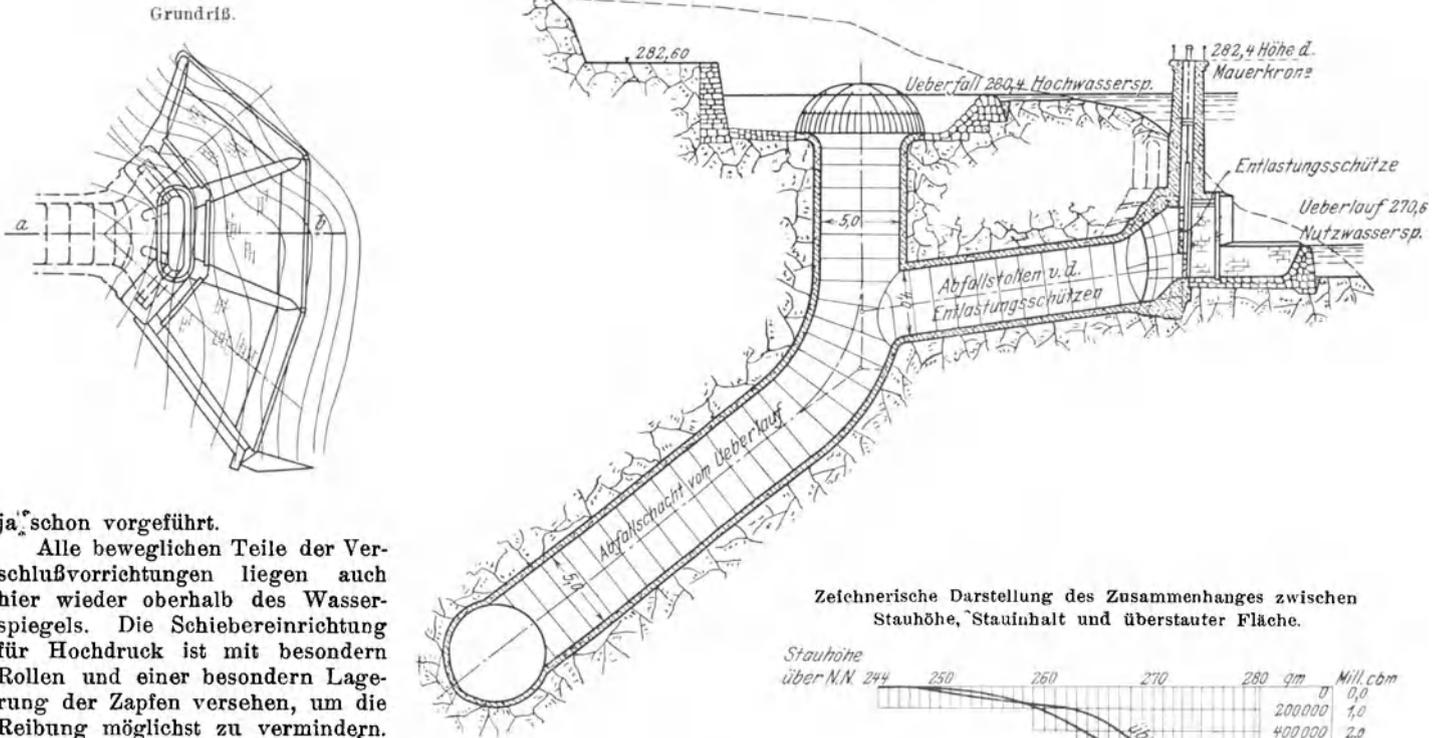
Da nun auch in Schlesien die Befürchtung entstanden war, daß das Mauerwerk im Laufe der Jahrzehnte oder Jahrhunderte oder Jahrtausende schlecht werden könnte, daß das am Außenmauerwerk nicht zu erkennen sei, da man nicht wisse, wie solche dicke Mauern im Innern aussehen, so sind hier noch besondere Untersuchungsgalerien eingebaut, die auch von außen zugänglich sind. Man kann also durch die Mauer hindurchgehen und im Innern zu jeder Zeit den Mörtel untersuchen. Ein Probestück dieses Mörtels habe ich

die Rohrleitung für das Kraftwerk, das ebenfalls mit dem Nutzwasser betrieben werden soll, aufnehmen. Die statische Untersuchung dieser Mauer, Fig. 123, ist für weitergehende Ansprüche durchgeführt als bei den bisherigen Mauern. Es ist in jeder Fuge voller Wasserdruck angenommen, der Wasserspiegel bis zur Mauerkrone steigend. Dies letztere geschieht auch bei uns im Westen; daß das Wasser vielleicht einmal bis über die Mauerkrone aufsteigen und überlaufen könnte, ist ja im allgemeinen nicht anzunehmen, aber zur Vorsicht wird dieser Fall vorausgesetzt. Bei diesem Wasserstand ist nun, wie gesagt, in jeder Fuge voller Druck angenommen worden, obgleich es bei der Beschaffenheit des außerordentlich dichten und festen Gneisfelsens und seiner innigen Verbindung mit dem Mauerwerk vollkommen ausgeschlossen erscheint, daß das Wasser in solchen Massen ein-

Fig. 110 bis 112. Queilstopper bei Marklissa.

Entlastungsanlage am linken Talhange.

Längsschnitt a-b (vergrößert) durch die Entlastungsschützen, den Abfallstollen und den Abfallschacht.



ja schon vorgeführt.

Alle beweglichen Teile der Verschlussvorrichtungen liegen auch hier wieder oberhalb des Wasserspiegels. Die Schiebereinrichtung für Hochdruck ist mit besondern Rollen und einer besondern Lagerung der Zapfen versehen, um die Reibung möglichst zu vermindern.

Zeichnerische Darstellung des Zusammenhanges zwischen Stauhöhe, Stauinhalt und überstauter Fläche.

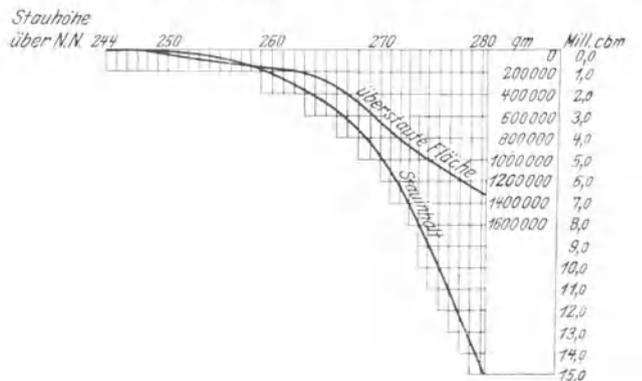
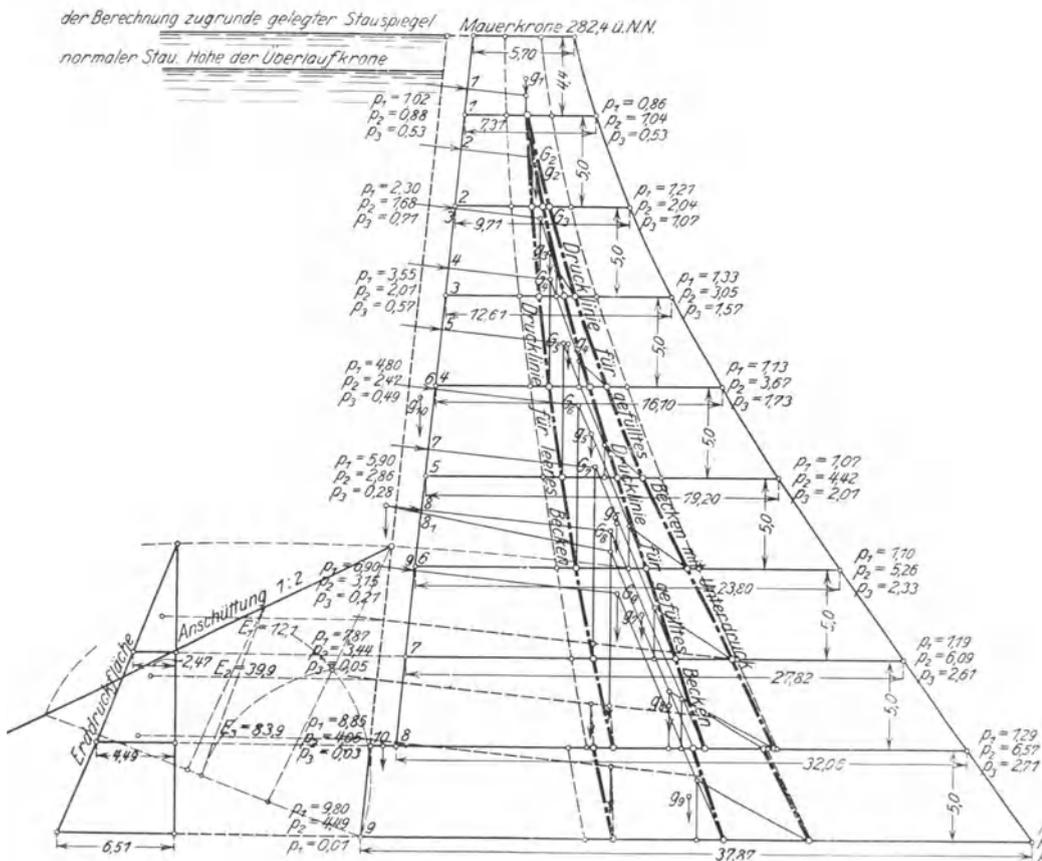


Fig. 123. Zeichnerische Untersuchung der Sperrmauer.



Nun, m. H., möchte ich Sie bitten, mich noch einen Augenblick auf die Baustellen zu begleiten, die ich hier vorführe<sup>1)</sup>.

Die Ausführung der Bevertalsperre ist in Fig. 124, Textbl. 1, dargestellt. Es hat hier eine sehr tiefe Gründung stattfinden müssen, beinahe auf 10 m unter Talsohle hinab. Wir sehen, wie der Beverbach durch ein Gerinne über die Baugrube hinüberflutet. Es ist das notwendig, um nicht das Wasser erst in die Baugrube stürzen zu lassen und es dann mit großen Kosten wieder hinaufzupumpen. Bei andern Talsperren wird das Wasser entweder, wenn seine Menge klein ist, ebenfalls durch solche Gerinne hinüberge-

Der Stauspiegel ist für die statische Untersuchung in der Höhe der Mauerkrone 282,4 über N.N. angenommen, während die Krone des Ueberlaufes auf 280,4 über N.N., also 2 m tiefer liegt.

Gewicht des Mauerwerkes in Gneis und Traßmörtel . . . . .	2400 kg/cbm
Gewicht der Erdhinterfüllung in der Luft . . . . .	1600 »
» » » unter Wasser . . . . .	800 »

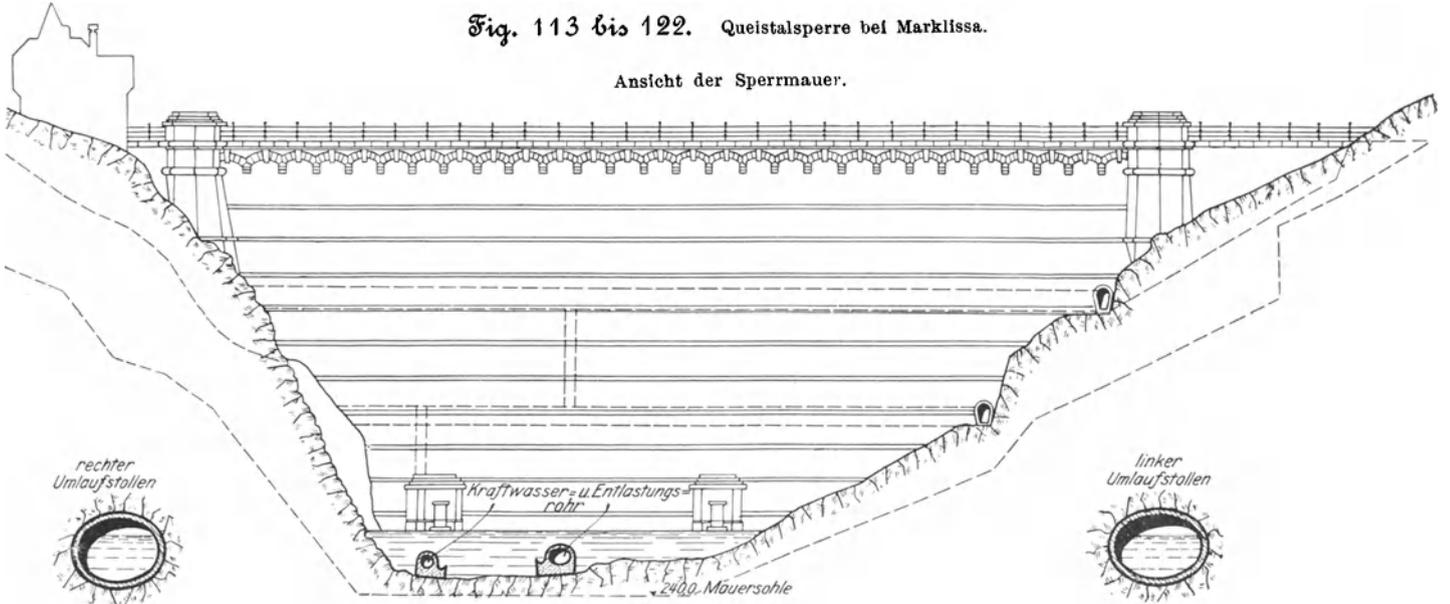
Das Gewicht der schützenden Blindmauer an der Wasserseite ist zur Vorsicht bei der Untersuchung für das leere Becken unberücksichtigt geblieben.

Kantenpressung:  $p_1$  bei leerem Becken,  $p_2$  bei gefülltem Becken,  $p_3$  bei gefülltem Becken mit Wasserdruck in den Fugen.

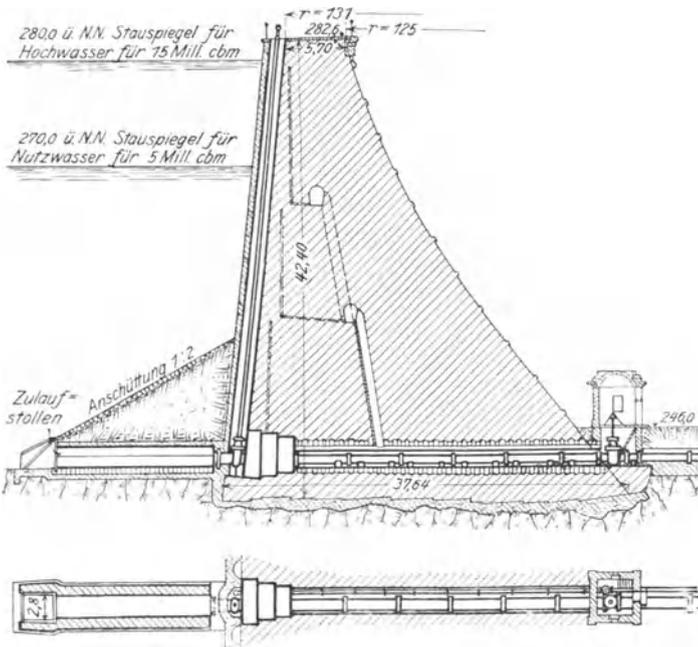
<sup>1)</sup> Ueber die Eschbach-Talsperre bei Remscheid und ihren Bau ist in dieser Zeitschrift 1895 S. 639 und 665 ausführlich berichtet worden, so daß es hier genügt, auf jene Veröffentlichung hinzuweisen.

Fig. 113 bis 122. Queistalsperre bei Marklissa.

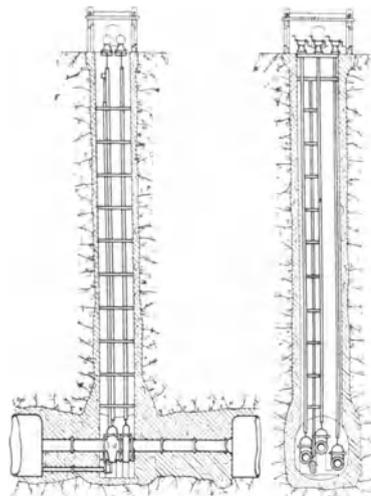
Ansicht der Sperrmauer.



Querschnitt durch die Sperrmauer und den rechten Rohrstoßen.



Anordnung der Schieber und Windwerke in den Grundablässen des Umlaufstollens.



leitet, oder, wie bei der Urft und bei Marklissa, durch Stollen um die Baustelle herumgeführt.

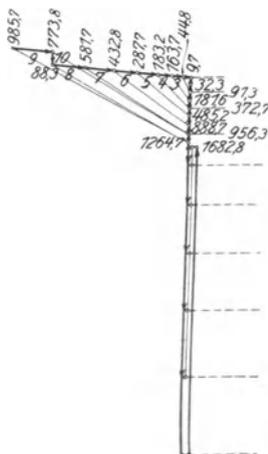
In einem späteren Bauzustande, nahezu bis zur Krone vollendet, sehen wir wieder die Bevertalsperre in Fig. 125, Textbl. 1. Das Gerüst liegt außerhalb der Mauer, damit die Materialien seitlich neben ihr befördert werden können.

Nach der Fertigstellung und Füllung ist Fig. 126, Textbl. 1, vom rechten Talhang aus aufgenommen. Am linken Talhang sehen wir noch den Rest des Steinbruchs. Das Steinmaterial ist in unmittelbarer Nähe der Mauer gewonnen, ebenso wie in Remscheid und bei den meisten Talsperren. Wo das nicht möglich ist, wachsen natürlich die Kosten der Ausführung bedeutend. Wir suchen in erster Linie unsere Steinbrüche in der Nähe der Mauer und wenn möglich oberhalb der Krone, um die Steine mit natürlichem Gefälle auf die Mauer zu bringen.

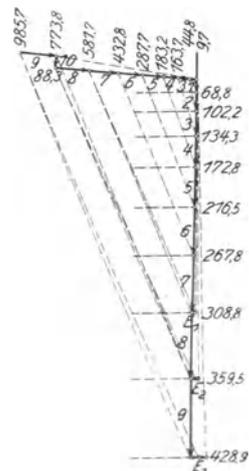
Das gefüllte Vorbecken der Solinger Talsperre stellt Fig. 127, Textbl. 1, dar. Am rechten Talhang befindet sich der Ueberlauf, in Beton ausgeführt; im Innern sitzt der Betonkern. Die Anschüttungen an der Wasserseite und an der Luftseite sind durch Pflasterung geschützt, so daß, wenn wirklich Ueberflutungen eintreten sollten, vollste Sicherheit vorhanden wäre. Wenn Dämme durchbrochen worden sind, so der Damm

Kräftepläne

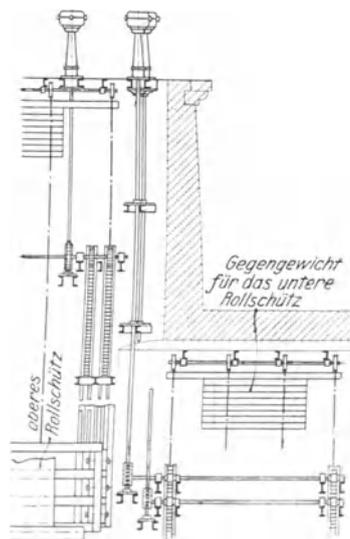
für Wasserstand bis Mauerkrone 282,4 über N.N. mit Druck in den Fugen.



für Wasserstand bis Mauerkrone 282,4 über N.N.



Entlastungsschützenanlage.



von Johnstown in Pennsylvanien, sind sie durch Ueberflutungen zerstört. Ist kein Mauerwerk vorhanden, so werden beim Angriff des heranflutenden Wassers selbst Geröllstücke mit fortgerissen, falls sie nicht ganz fest gegeneinander gefügt sind. So wurde auch in Johnstown infolge Ueberflutung der Krone in der Mitte, die mehr als die Teile an den Hängen gesunken war, durch geringe Ueberströmungen der erste Einriß veranlaßt, der sich in kurzer Zeit so vergrößerte, daß 25 Mill. cbm Wasser in 45 Minuten in das Tal hinunterstürzten und den Ort Johnstown vernichteten, wobei — man weiß nicht genau — 5000, vielleicht aber auch 10000 Menschen in wenigen Minuten hingerafft wurden.

Die Ausführung der Hauptsperre in Solingen ist aus Fig. 128, Textbl. 1, ersichtlich. Am linken Hang sind Mörtelwerke angelegt und zur Verbindung mit der Mauer eine Rutschbahn, auf welcher der Mörtel hinunterrutscht, während das Steinmaterial zum Teil auf der andern Seite, später aber auch vom linken Talhang zum Bau gebracht wurde.

Die Rüstung an der Wasserseite, über die hinweg das Material für den oberen Teil der Mauer hinaufgeschafft wurde, zeigt Fig. 129, Textbl. 1. Die Entnahmeschächte, von denen im allgemeinen immer zwei bei den Mauern vorhanden sind, erkennt man ebenfalls.

Die fertige Sperre mit dem Springbrunnen, der durch den Druck des Wassers aus dem Talbecken getrieben wird, ist in Fig. 130, Textbl. 1, wiedergegeben. Wir sehen, daß die Mauer hier im ganzen einen solchen Eindruck macht, als wenn überhaupt kein Wasser dahinter stände. Manche Mauern, die im Freien stehen, zeigen viel mehr Flecke und Feuchtigkeitsausschläge, als es hier der Fall ist. Ich darf noch bemerken, daß die Mauer, mit Traßmörtel in einer Mischung, wie wir sie machen: 1 Kalk,  $1\frac{1}{2}$  Traß,  $1\frac{3}{4}$  Sand, ausgeführt, keinerlei Sinterung zeigt, ein Beweis, daß die Materialien im Innern vollkommen erhärtet sind. Das ist bei andern Tal-

sperren nicht der Fall; da sind häufig im Laufe der Jahre und Jahrzehnte durch Aussinterung gewaltiger Kalkmassen Hohlräume im Innern entstanden.

Das im Mai 1903 noch nicht ganz gefüllte Talbecken der Solinger Talsperre ist in Fig. 131, Textbl. 1, zu sehen. Das Hauptbecken liegt hinter dem Bergrücken rechts; es ist das ein schlangenartiges Becken, das man nicht übersehen kann. Die Entnahmeschächte sind des bessern Aussehens wegen mit kleinen Türmchen bekrönt. Das Becken wurde infolge besonderer Schwierigkeiten mit dem Unternehmer leider erst am 1. April geschlossen. Vom 1. April bis zum Mai 1903, als die Einweihung stattfand, waren von dem Inhalt von 3 Mill. cbm schon 1 900 000 cbm zugeflossen, während vorher vielleicht kaum jemand geglaubt hatte, daß in solch kurzer Zeit soviel Wasser angesammelt werden könne. Da es sich um Wasserversorgung handelt, ist das ganze Talbecken von Pflanzen befreit; wir sehen überall die Hänge kahlgelegt, womöglich feinen Schutt aufgebracht, und die Folge ist, daß das Wasser bei der ersten Füllung solcher Becken von tadelloser Beschaffenheit ist, während, wenn man die Pflanzen daraufläßt, einige Jahre zu deren Zerstörung nötig sind und das Wasser erst dann ein vollständig reines Aussehen und guten Geschmack annimmt.

Um das Wasser im Kraftwerk der Solinger Talsperre auszunutzen zu können, mußte in der Wupper ein Betonwehr und am linken

Hang entlang ein Betriebskanal erbaut werden, Fig. 132, Textbl. 1. Die Schleusen oberhalb des letzteren schließen das Wasser ab, wenn man es nicht gebraucht. Man sieht, wie ruhig das Wasser über das Wehr hinwegstürzt, ohne unterhalb wesentliche Wirbelungen zu erzeugen.

Das Innere des Kraftwerkes der Solinger Talsperre zeigt Fig. 133. Wir sehen hier eine der Wupper-Turbinen mit stehender Welle, die eine Dynamomaschine von ungefähr 300 PS treibt. Die mit 750 Umdrehungen laufende Hoch-

Fig. 133 und 134. Kraftwerk der Solinger Talsperre.

Fig. 133. Turbine mit Generator.

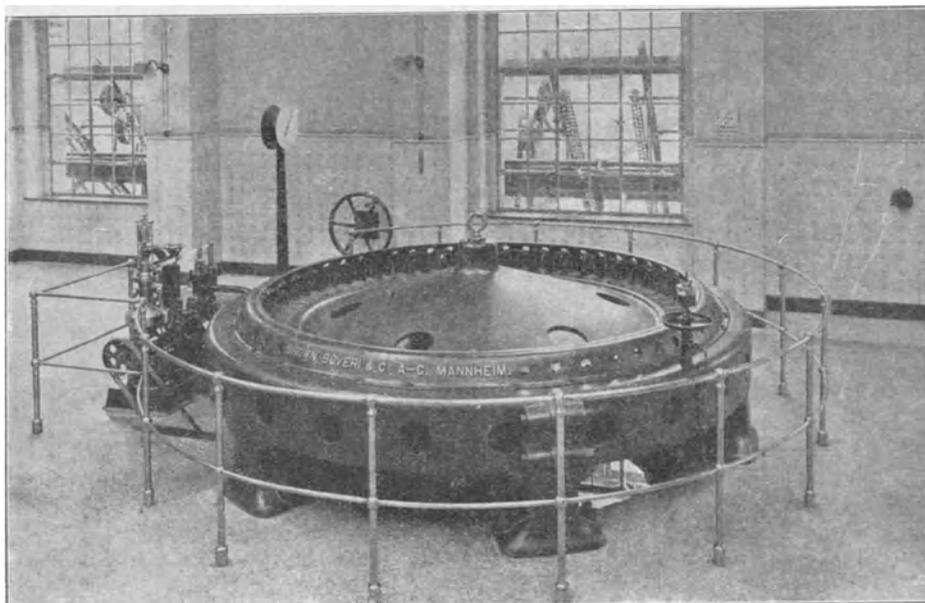
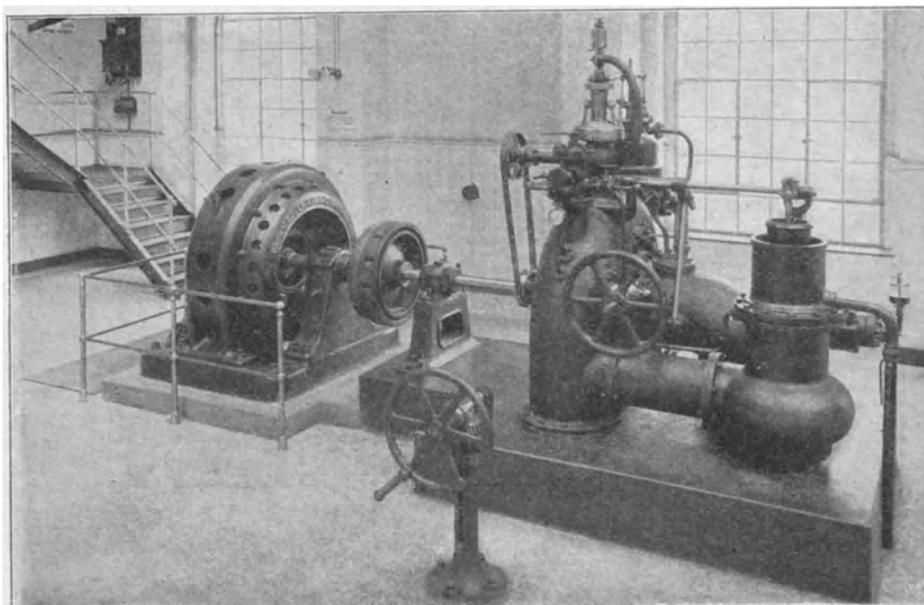


Fig. 134. Hochdruckturbine mit Generator.



druckturbine für das Talsperrenwasser, die jetzt ebenfalls längst im Betrieb ist, wird durch Fig. 134 veranschaulicht.

Hier darf ich vielleicht kurz darüber berichten, wie sich das Versorgungswasser aus Talsperren in seinen Eigenschaften gezeigt hat; ich will nur ein paar Zahlen anführen, die von Direktor Borchart in Remscheid in der Zeit vom 30. Juli bis 12. August gesammelt sind. Jeder Wasserwerksdirektor hat ja die Pflicht, sich zu überzeugen, wie sein

Wasser beschaffen ist, und wird das in dem Sinne tun, daß er es mit anderm Wasser vergleicht. Hiernach ist in Lennep die Keimzahl in dieser ungünstigen Zeit: Juli-August, wo gewöhnlich die Zahlen in die Höhe gehen, ein klein wenig über 100 gewesen; auch Solingen hatte ein klein wenig über 100. Ronsdorf hatte unter 100, und Remscheid hatte eine ganz geringe Zahl. Die Temperatur des Wassers ergab sich für Solingen zu  $16^{\circ}$ . Das rührt daher, daß das Hauptbecken nicht im Betriebe war und die Rieselwiesen nicht fertig waren; das Wasser mußte also aus den Wiesen oberhalb des wenig tiefen Vorbeckens genommen werden. Lennep hatte eine Temperatur von etwas über  $14\frac{1}{2}^{\circ}$ , Ronsdorf ebenfalls, und Remscheid, das das Versorgungswasser aus dem tiefen Becken entnimmt, hatte noch nicht  $12^{\circ}\text{C}$ . Nach diesen beiden Richtungen hin kann also das Talsperrenwasser im Vergleich zu dem andern als sehr befriedigend angesehen werden.

Die Fuelbecker Talsperre bei Altena hat einen Ueberlauf in der Mitte, der in Fig. 135, Textbl. 2, in Tätigkeit zu sehen ist. Das Wasser stürzt 25 m hoch herunter, kommt vollkommen ruhig in dem kleinen Vorbecken an und fließt durch den Bach ab. Die lebendige Kraft wird teils an der rauhen Mauer vernichtet, besonders aber unten, wo sich das Wasser in das Absturzbecken ergießt.

Dieselbe Sperre ist in Fig. 136, Textbl. 2, von der Wasserseite aus zu sehen. Ehe diese Sperre in Betrieb kam, ist viel geredet worden, was alles entstehen könnte: Eisgang, Verstopfung usw. Wir sehen, wie sich das Ganze abspielt. Die Eisdecke auf der Fuelbecker Talsperre wird bis zu 20,

25 cm dick, es haben schon 5000 Menschen auf dem kleinen See Schlittschuh laufen können, und doch findet in der Nähe der Mauer, wie wir sehen, keine Berührung zwischen Eis und Mauerwerk statt. Die Wärme im Mauerwerk verhindert das Gefrieren am Mauerwerk, und das von unten kommende überlaufende Wasser taut die Eisdecke in der Nähe der Mauer vollständig auf. Eisschollen kommen überhaupt nicht herunter, die Eismassen bleiben ruhig auf dem See liegen.

Fig. 141.

Talsperre im Glörbachtal, Hnker Hang. 6. Juni 1906.

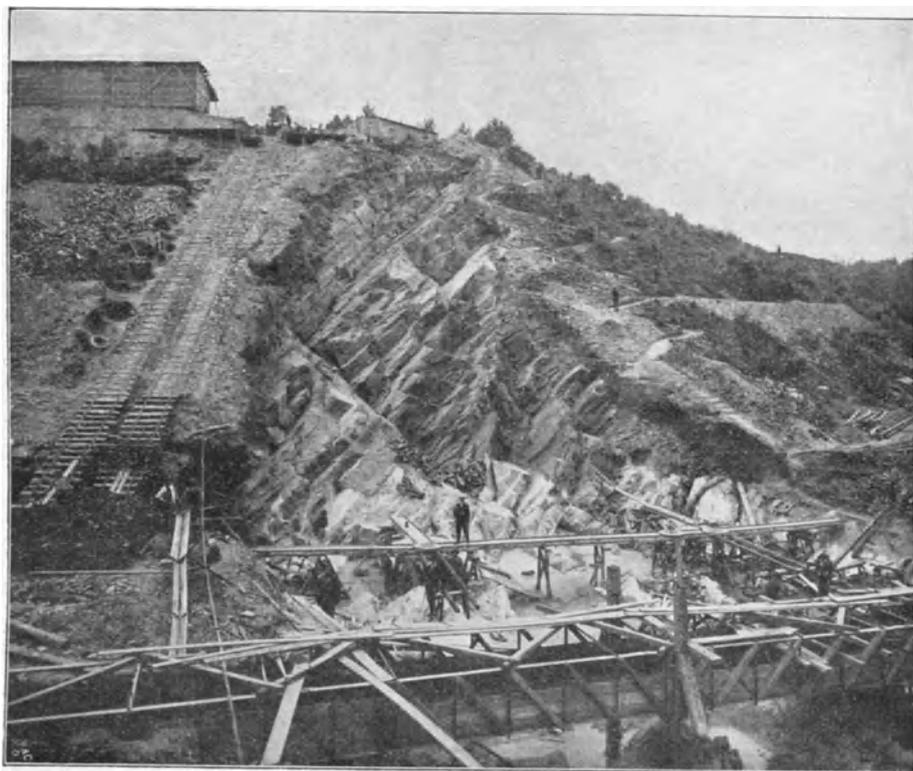


Fig. 148. Talsperre bei Marklissa 1902.



Fig. 137, Textbl. 2, zeigt die Gründung der Ennepetalsperre im Juli 1902. Die am rechten Talhang in mehreren Terrassen ausgeführten Steinbrüche gestatteten eine vorzügliche Zufuhr des Steinmaterials zur Baustelle. Der Felsen war ausgezeichnet geschichtet, so daß sich das Mauerwerk hier in sehr günstiger Weise hineinsetzen konnte. Auch hier ist die Ennepe über die ziemlich breite Baugrube hinübergeführt.

Ebenfalls die Ennepetalsperre ist in Fig. 138, Textbl. 2, in einem späteren Bauzustande, September 1903, wiedergegeben. Das Absturzbecken ist hier zum Teil schon fertiggestellt, die Mauer bis zu dieser Höhe gediehen. Im Winter darf solch eine Mauer natürlich nicht weitergeführt werden. Gewöhnlich im Oktober beginnt der Schutz des Mauerwerks, der sehr vorsichtig ausgeführt werden muß. Die Mauern werden abgedeckt. Wir sehen in Fig. 139, Textbl. 2, die Enneper Sperre in ihrem Winterschlaf. Sie ist sehr sicher abgedeckt mit einer Sandlage und Pappe, die in allen Fugen dicht und mit Brettern und Steinen beschwert ist, damit der Sturm die Abdeckung nicht lösen kann. Auf der Wasserseite sehen wir hier schon einen Teil des Putzes mit Siderosthenanstrich fertig, der das Eindringen des Wassers

verhindern soll.

Die Hennetalsperre bei Meschede, wenn ich so sagen darf: das Schmerzenskind der dortigen Gegend, hat einige Ueberraschungen bezüglich des Untergrundes bereitet. Dieser zeigte Verwerfungen und Klüfte, die bis auf die geschlossene feste Felsenschicht gereinigt und in vorsichtigster Weise mit ganz dichtem und festem Beton ausgefüllt wer-

den mußten. Die

Verwerfungen am rechten Talhang hatten bei den Schürfungen nicht erkannt werden können, so daß man etwa 60 m weiter in den Hang hineinbrechen mußte, als das nach dem ersten Befund der Schürfe anzunehmen war. Jetzt ist überall fester Untergrund erreicht, und die Klüfte, die sich ja leicht ausbetonieren lassen, sind verschwunden. In Fig. 140, Textbl. 2, sehen wir die Mauer schon in einiger Höhe über den Untergrund hinausgeführt.

Eine interessante Schichtung der Baugrube der Volmetalsperre am Glörsbach ist in Fig. 141 zu sehen. Die Krümmungsrichtung der Mauer und der Einfall der Schichten liegen so zu einander, daß Beton und Mauerwerk sich sehr gut einsetzen.

Ein Teil des noch nicht überstauten Urfttales ist in Fig. 142, Textbl. 3, zu sehen: eine Insel in der Nähe der Sperrmauer, die demnächst aus dem großen See herausragen wird. Wir sehen die Bahn, die das Steinmaterial nach der Sohle schaffen muß. Es ließen sich in größerer Höhe nicht soviel Steinbrüche anlegen, um alles Material zu liefern, und eine Bahn an den Hängen entlang, um diese Materialien aus größerer Höhe herabzuholen, hätte gewaltig viel Geld erfordert, so daß die Unternehmerfirma Philipp Holzmann & Co. in Frankfurt es vorzog, eine Talbahn zu bauen und an der Mauer Hebetürme aufzuführen. Ueber Klüfte und Schluchten hinweg mußte die Bahn geführt werden, zunächst in leichter Bauweise, die jetzt zum Teil durch Steinschüttungen ersetzt ist, damit die

Fig. 149. Talsperre bei Marklissa. 15. November 1902.



Fig. 150.

Talsperre bei Marklissa, Wasserseite der Sperrmauer. 1. September 1903.



Fahrt später wenigstens zu Wagen in dieser Richtung stattfinden kann.

In der Nähe der Sperre, die hinter dem in Fig. 143, Textbl. 3, ersichtlichen Hange liegt, ist die Urft durch einen Damm aufgestaut und durch einen Stollen abgeleitet, um die Baugrube trocken zu legen. Fig. 144, Textbl. 3, zeigt, von der andern Seite des Hanges gesehen, die Ausmündung des Stollens; das Wasser stürzt in einen Abfluß hinein, der später dazu dienen soll, das Ueberfallwasser von der Kaskade in die Urft zu führen.

Fig. 145, Textbl. 3, zeigt den Bau der 50 m dicken Mauer mit den drei Hebetürmen, zweien zur Aufnahme und einem zur Abfuhr der Wagen. Von diesen Türmen aus verteilt man das Material durch Gleise über die Mauer. Zu späterer Zeit, August 1902, sehen wir den Bau, insbesondere den einen Hebeturm, in Fig. 146. Der Mörtel kommt von dem im Hintergrunde liegenden Bremsberg herunter, die Steine vom Tal her durch den Hebeturm im Vordergrund. Links oben ist wieder der Hang zu sehen, an dem jetzt die Kaskade für den Uebersturz des Wassers ausgeführt ist.

Fig. 142, Textbl. 3, zeigt nochmals die Hebetürme bei einem etwas späteren Stande der Ausführung. Die Abdämmung der Urft hat in der Figur rechts stattgefunden, das Wasser ist durch den Berggrücken hindurchgeleitet, und wir sehen, nachdem die Urft die Schleife im Vordergrund zurückgelegt hat, die Mauer mit den drei Hebetürmen an der engsten Stelle des Tales.

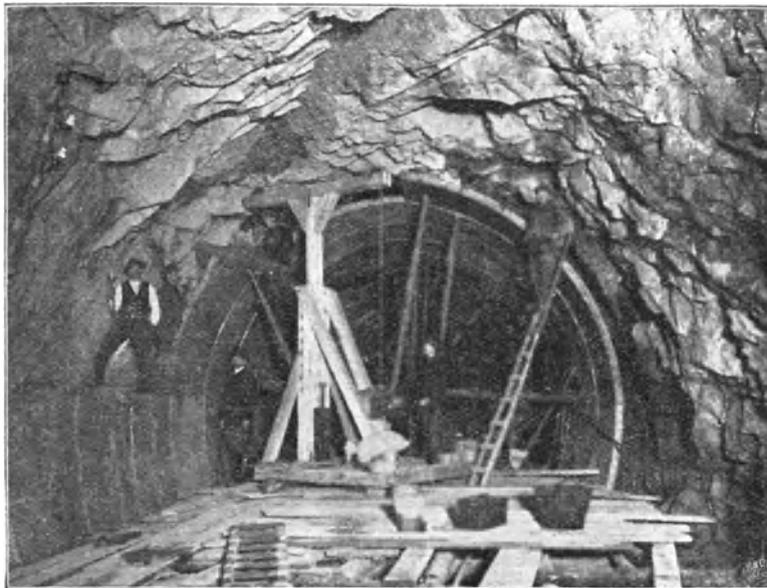
Im Herbst 1903 war die Mauer bis zu der aus Fig. 147, Textbl. 3, ersichtlichen Höhe ge-

langt, und jetzt ist sie bis zur Krone hinaufgeführt, so daß eine besondere Abdeckung wie in früheren Wintern nicht mehr erforderlich ist. Die Mauer ist hier mit ihrer Bekrönung schon fertig und der Ueberlauf ebenfalls schon betoniert. Die Kaskade wird demnächst in Wirksamkeit treten und das Wasser auf diesem Wege unschädlich in die Urft hineingelangen. Wir sehen die verschiedenen Bergrücken, die sich wie Kulissen hintereinander schieben. Die Urft selbst macht noch weitere Schlingen bis nach Gemünd hinauf.

Fig. 148 (S. 45) stellt das Queistal kurz oberhalb der schlesischen Talsperre bei Marklissa dar. Schroffe Felshänge im Gneis sind hier abgebrochen, um die Mauer anzusetzen. Das Baubureau und das demnächstige Wärterhaus sind auf der Felsnase rechts errichtet. Das Wasser wird durch Stollen um die Baustelle herumgeleitet; zur Abdämmung dient ein Betonwehr. Von unten gesehen, läßt Fig. 149 wieder den Betondamm zur Ableitung des Queis, die Absprengungen für die Baugrube und für die Mauer, das Bureau, spätere Wärterhaus, und schließlich den Stollen am rechten Hang erkennen.

Fig. 151.

Talsperre bei Marklissa. Einbau der Panzerung in den linken Umlaufstollen. November 1903.

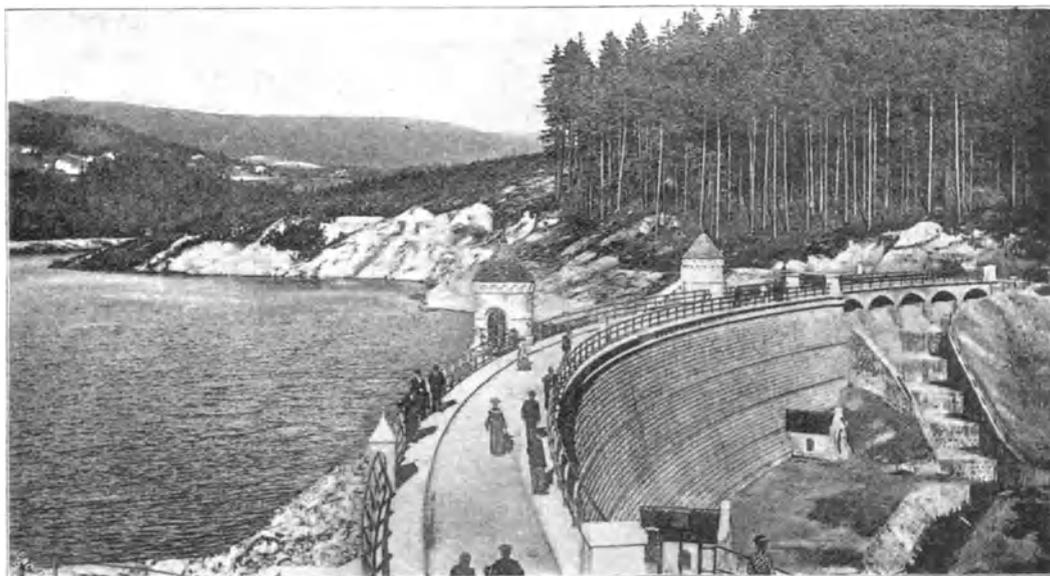


alles ist in Granit ausgeführt, es sieht aus, als wären es Quader. Die Sperre ist in einem Baujahr vollendet, eine ganz gute Leistung. Allerdings ist die Mauermaße nicht entfernt so groß wie bei den übrigen Talsperren; aber die allgemeinen Einrichtungen, die für einen solchen Bau notwendig sind, müssen doch gemacht werden, und es gelingt sehr selten, solche Ausführung in einem Baujahr zu vollenden.

M. H., wenn wir zum Schluß die Entwicklung des Talsperrenbaues in Rheinland und Westfalen, Schlesien und Böhmen nochmals überblicken, so erkennen wir, daß sie sich sprunghaft vollzogen hat. Das hat eine bestimmte Ursache. Zunächst wartete jeder den Erfolg der ersten

Talsperre, der Remscheider, ab, ehe er sich entschloß, vorzugehen. Die Nichtwilligen mußten gezwungen werden, und da wurde denn zunächst im Jahr 1891 das Zwangsgesetz für die Wupper und dann ein Zwangsgesetz für die Volme und deren Nebenflüsse eingeführt. Diese Gesetze wurden auf die Lenne und ihre Nebenflüsse und schließlich auf die obere Ruhr und ihre Nebenflüsse aus-

Fig. 152. Reichenberger Talsperre.



Die Mauer ist im September 1903 bis zu der in Fig. 150 ersichtlichen Höhe gelangt und wird demnächst nahezu bis an den Fuß des Bureaugebäudes hinaufgeführt werden.

Die Umlaufstollen werden mit Stahlblechen ausgepanzert, deren Größe Fig. 151 durch Vergleich mit den Menschen erkennen läßt. Die Auspanzerung ist im Innern des Stollens aufgenommen; die einzelnen Ringe werden aneinander geschraubt und zwischen ihnen und der Gneiswand die Unterstampfung in Beton vorgenommen.

Die im Januar 1904 fertig gewordene Talsperre im Harz-dorfer Bach bei Reichenberg in Deutsch-Böhmen ist in Fig. 152 zu sehen. Sie macht einen ganz freundlichen Eindruck;

gedehnt. Infolge dieser Zwangsgesetze trat eine wesentliche Steigerung ein. Bis zum Jahr 1898 sind wir schon auf eine Kostensumme von 6 Mill. *M* gelangt, die in den in Ausführung begriffenen oder fertigen Talsperren angelegt war. Dann kam die Wirkung des Ruhrtalsperrenvereines, durch die große Summen ausgelöst wurden. Das Hochwassergesetz für Schlesien hat auch wieder veranlaßt, daß Talsperren hinzukamen, ebenso in Böhmen das Gesetz für die böhmischen Talsperren. Alle diese Ursachen zusammen genommen haben bewirkt, daß die Zahl der in der Ausführung begriffenen und fertig gestellten Talsperren im Jahre 1904 auf 25, die Kostensumme, die für die Talsperren allein

angelegt ist, schon auf 40 Mill.  $\mathcal{M}$ , mit den Nebenanlagen, die sich aus den Sperrern entwickeln, auf rd. 60 Mill.  $\mathcal{M}$  angestiegen ist. Der Stauinhalt, der durch die jetzt in der Ausführung begriffenen oder fertig gestellten Anlagen erzielt werden kann, beläuft sich auf 160 Mill. cbm, und da eine Reihe weiterer Talsperren als ziemlich gesichert anzusehen ist, so ist eine fernere Steigerung dieser Zahlen zu erwarten.

M. H., wenn ich nun sagte, daß dies allein die Ursachen

seien, die diese doch wohl etwas überraschende Entwicklung des Talsperrenbaues veranlaßt haben, so wäre das nicht richtig. Sie wissen alle, daß es die Mitwirkung Seiner Majestät unsers Kaisers gewesen ist, die bei vielen Ausführungen den Ausschlag gegeben hat, und daß dieses Interesse Seiner Majestät sich auch bis jetzt noch bewährt hat. Ich glaube, alle, die an der Ausnutzung von Talsperren beteiligt sind, haben große Ursache, auch nach dieser Richtung hin Seiner Majestät unserm Kaiser von Herzen Dank zu wissen.«

Additional material from *Die geschichtliche Entwicklung, die Zwecke und der Bau der Talsperren*, ISBN 978-3-662-40797-4, is available at <http://extras.springer.com>

