

Königl. Preussische. Literatur.
Abhandlungen.

F. Nr. 29 675



G. 38
143d.

x
A45

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000302818

Abhandlungen

des Kgl. Bayer. Hydrotechnischen Bureaus.

Sonderabdruck aus dem „Bayerischen Industrie- und Gewerbeblatt“ 1911,
herausgegeben vom Polytechnischen Verein in München.

Die staatlichen Wasserkräfte Bayerns.

Nach einem Vortrag

gehalten im Polytechnischen Verein in München am 5. Dezember 1910

vom k. Ministerialrat

Julius Hensel

Direktor des k. b. Hydrotechnischen Bureaus.

F. Nr. 29675



München 1911.

5. 38
143 d

Abhandlungen

des Kgl. Bayer. Hydrotechnischen Bureaus.

Sonderabdruck aus dem „Bayerischen Industrie- und Gewerbeblatt“ 1911,
herausgegeben vom Polytechnischen Verein in München.

Die staatlichen Wasserkräfte Bayerns.

Nach einem Vortrag

gehalten im Polytechnischen Verein in München am 5. Dezember 1910

vom k. Ministerialrat

Julius Hensel

Direktor des k. b. Hydrotechnischen Bureaus.

F. Nr. 29675



München 1911.

Druck der G. Franz'schen Hofbuchdruckerei (G. Emil Mayer).



IV 35199

Es möchte vielleicht Manchem ein Vortrag über die staatlichen Wasserkräfte Bayerns heute als verspätet erschienen sein, nachdem über diese Materie nunmehr fünf Jahre lang eingehend, ja manchmal sogar heftig debattiert worden ist, nachdem auch alle Interessenvertretungen darüber sich ausgesprochen und Volksvertretung und Regierung Stellung dazu genommen haben. Nichts desto weniger dürfte eine Besprechung des Themas gerade in jetzigem Zeitpunkt für erspriesslich gelten, eben weil die Geister sich nun etwas beruhigt haben. Auf den übergrossen Enthusiasmus ist nun der unausbleibliche Rückschlag gefolgt und fast will es scheinen, als ob der Enthusiasmus ins Gegenteil umschlagen wolle.

Ebenso aber wie dieser überschwengliche Enthusiasmus nicht am Platze war, so wenig ist auch Grund vorhanden, die Hoffnungen, welche man auf die Ausnutzung der Wasserkräfte in Bayern gesetzt hat, auf den Gefrierpunkt herunterzustimmen. Sowie es vor kurzem noch Pflicht war, vor all diesen Ueberschwenglichkeiten zu warnen, so muss es jetzt Aufgabe sein, den wahren Wert unserer Wasserkräfte immer mehr zu ergründen und ihrem sichern und stetigen Ausbau die Bahnen zu ebnen. Einen Beitrag hiezu zu leisten, und zwar vom Standpunkt des Hydrotekten, soll heute meine Hauptaufgabe sein.

Ich werde meine Darlegungen in zwei Hauptgruppen zusammenfassen. Die erste wird sich mit der Frage beschäftigen: Wieviel Wasserkräfte besitzt Bayern überhaupt und wieviel ist voraussichtlich davon ausnützlich, wie gross ist der Staatsbesitz an Wasserkraft und welche Umstände beeinflussen die Wasserkraftausnutzung?

Der zweite Teil wird sich mit den von der bayerischen Eisenbahnverwaltung für ihre eigenen Zwecke reservierten

Kräften beschäftigen und insbesondere auf das Walchenseewerk eingehen.

Im allgemeinen soll betont werden, dass lediglich hydrotechnische bezw. technisch-wasserwirtschaftliche Fragen behandelt werden sollen.

Wieviel Wasserkraft besitzt Bayern überhaupt?

Die Antwort auf diese Frage lässt sich nur schätzungsweise geben.

Zur Erzeugung von Wasserkraft gehören zwei Faktoren: Wasser und Gefälle. Wo ein Faktor fehlt, ist keine Krafterzeugung möglich. Das Weltenmeer hat Wasser in unendlicher Menge, es fehlt ihm aber jede Fallhöhe; deshalb können wir aus ihm keine Wasserkräfte im engern Sinn erzeugen. Ein 4000 m über das Meer aufragender Berg birgt ein Riesengefälle in sich, und doch lässt sich dieses nicht ausnutzen, weil dem Gipfel das Wasser fehlt.

Wasserkräfte sind daher nur dort zu erwarten, wo beide Faktoren vorhanden sind, und das ist in Bayern überall der Fall, mit dem Abmass, dass eine Gegend mehr, die andere minder damit bedacht ist.

Am günstigsten sind in Bayern die Gegenden daran, welche sowohl starkes Gefälle als auch Wasserreichtum haben.

Wo in Bayern starkes Gefälle vorhanden ist, ist ja allbekannt; es sind dies in erster Linie die Vorberge des Alpengebiets, der bayerische und Böhmerwald, der Spessart, das Rhöngebirge, der Frankenjura, die Frankenhöhe, der Steigerwald und das Haardtgebirge. Sehr niederschlagsreich sind unter diesen Gebieten diejenigen des Alpenvorlandes, des bayerischen und Böhmerwaldes und des Fichtelgebirgs; weniger niederschlagsreich sind Spessart und Rhön-

und noch geringere Niederschläge erreichen Frankenjura, Frankenhöhe, Steigerwald und Haardtgebirge. (Fig. 1.)

Wenn man an die Schätzung der in Bayern überhaupt vorhandenen Wasserkraftmenge gehen will, so kann man das nicht anders bewerkstelligen, als dass man einzelne charakteristische Flussgebiete für sich studiert und die gewonnenen Resultate auf die übrigen überträgt.

So hat eine vom hydrotechnischen Bureau für das Isargebiet angestellte Studie ergeben, dass in einem mittleren Jahr 8250 Mill. cbm nasser Niederschlag fallen, dass davon

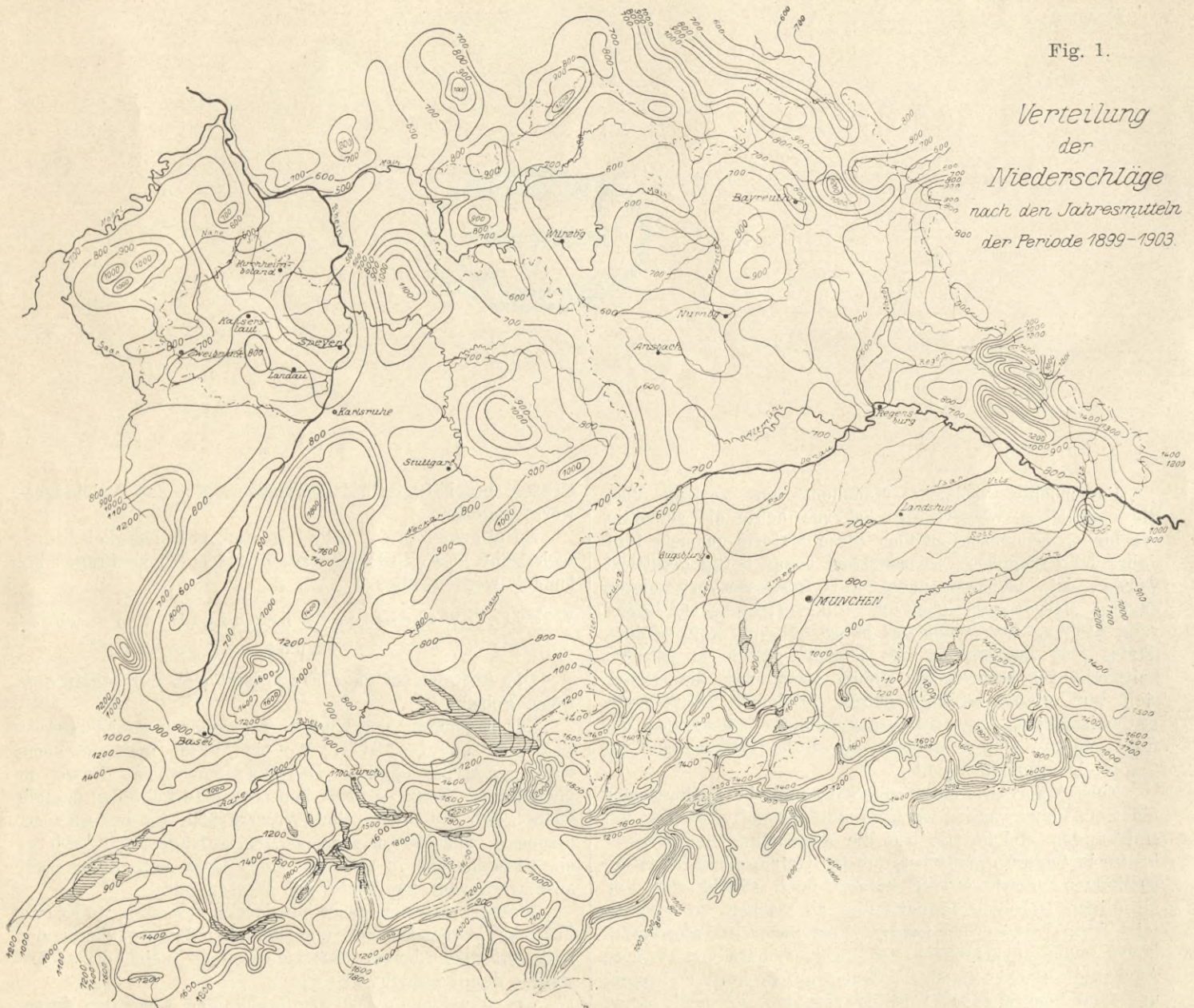
herausgezogen werden könnten, wenn dies überhaupt technisch möglich wäre. Das Einzugsgebiet der Isar beträgt rund 8500 qkm und sonach träte auf 1 qkm theoretisch eine Kraftmenge von 120 sek. PS.

Stellt man eine ähnliche Betrachtung für das bayer. Maingebiet an, so ergibt sich für dasselbe:

- als Einzugsgebiet rd. 23400 qkm,
- als jährlicher Niederschlag 16 000 Mill. cbm,
- als jährlicher Abfluss 5200 Mill. cbm. (33%),
- als Fallhöhe des Abflusses 200 m,

Fig. 1.

*Verteilung
der
Niederschläge
nach den Jahresmitteln
der Periode 1899-1903.*



4400 Mill. cbm. (also 53 %) zum Abfluss kommen, und dass die mittlere Fallhöhe dieses Abflusses rund 500 m beträgt.

Daraus ergibt sich für das Isargebiet eine gesamte kinetische Energie von 4400 Mill. \times 500 = 2,2 Bill. Meterkilogramm. Auf die Jahressekunde ausgeschlagen und in Pferdestärken umgerechnet, ergibt dies rund eine Energiemenge von 1 Million sekundl. Pferdestärken, d. h., die im Isargebiet theoretisch vorhandene Wasserkraft ist so gross, dass Sekunde für Sekunde 1 Million Pferdestärken aus ihr

als gesamte kinetische Energie 1,0 Bill. mkg oder 44 000 sek. Pferdestärken und pro qkm des Gesamtgebiets 20 sek. PS.,

also nur der sechste Teil der Kraftmenge des Isargebiets.

Ein Bild des charakteristischen Unterschiedes zwischen der Wasserführung der Flüsse im Donaugebiet bezw. im Maingebiet gibt die in Fig. 2 dargestellte Summe der Abflussmengen aus zwei nahezu gleich grossen Gebieten, nämlich dem Lech bei Füssen und dem Main bei Mainleus

Wasserführung des Lechs bei Füssen
bers.
des Mains unterhalb Mainkens
Sept. 1900 bis Dez. 1905
Einzugsgebiet je 1430 qkm

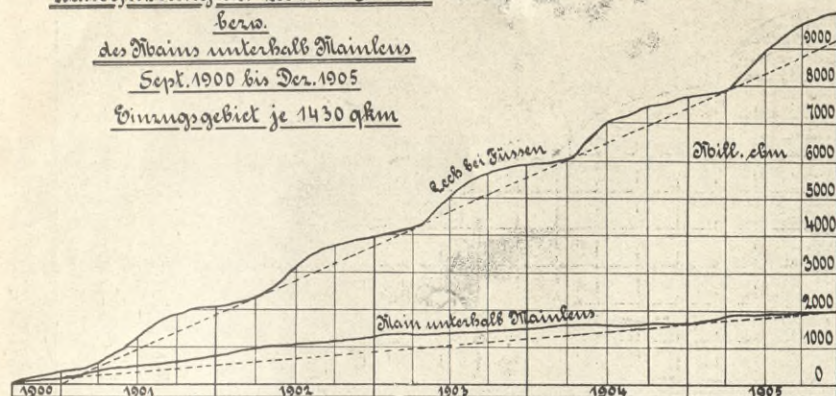


Fig. 2.

in der Zeit vom September 1900 bis Dezember 1905. Während dieser Zeit sind im Lech rund 9300 Millionen cbm abgeflossen, im Main rund 2000 Mill. cbm, d. h. etwa 22 % der ersteren Abflussmenge.

Für die bayerische Rheinpfalz sind im allgemeinen sowohl Niederschlag als auch Fallhöhe geringer als im Maingebiet, so dass man für 1 qkm dieses Gebiets wohl nicht mehr als 15 sek. PS wird einschätzen können.

Mit Hilfe dieser Schätzungszahlen ergibt sich nun die in ganz Bayern theoretisch vorhandene sek. Wasserkraftmenge zu rund 5 Mill. sek. PS, wie aus Tab. 1 und Fig. 3 zu entnehmen ist.

Wieviel ist nun von diesen 5 Millionen PS ausnützbar?

Das in Bayern wohl am stärksten ausgenützte Flussgebiet wird dasjenige der Pegnitz sein. Seine kinetische Energie beträgt theoretisch 42600 sek. PS. Hievon sind bereits ausgenützt 7800 PS und noch ausnützbar 4500 „, somit im ganzen ausnützbar 12300 sek. PS. Es beträgt also der Ausnutzungskoeffizient $\frac{12300}{42600} = 30\%$.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Wässer der Pegnitz dank des durchlässigen Juragebietes schon sehr abgeglichen sind, so dass das Niederwasser verhältnismässig hoch, das gewöhnliche Hochwasser aber verhältnismässig nieder erscheint.

Für das Isargebiet oberhalb des Walchenseewerks wurde ein Ausnutzungskoeffizient von 20% ermittelt, der gleichfalls noch als hoch zu bezeichnen ist. Wird dieser Koeffizient für ganz Bayern zu Grunde gelegt, so ergibt sich eine vor-

aussichtlich überhaupt ausnützbare Wasserkraft in Bayern von im ganzen rund 1 Million PS (s. Tabelle 1 und Fig. 3).

Wie gross ist der Besitz des bayer. Staates an diesen Wasserkraften?

Der Staat besitzt Wasserkraft überall dort, wo er Eigentümer von fliessenden oder stehenden Gewässern ist. Er hat das Eigentumsrecht an allen öffentlichen Flüssen, allen Staatsprivatflüssen und an den meisten grösseren Seen (s. Fig. 4).

Öffentliche Flüsse sind alle diejenigen, welche der Schifffahrt und der Flossfahrt mit gebundenen Flüssen dienen. Ihre Verteilung in ganz Bayern ist aus Fig. 5 zu ersehen, ihre Länge beträgt zusammen 2366 km. Es sind dies die Donau, die Iller, der Lech mit Wertach, die Isar, Loisach, Amper, der Inn und die Salzach, dann der untere

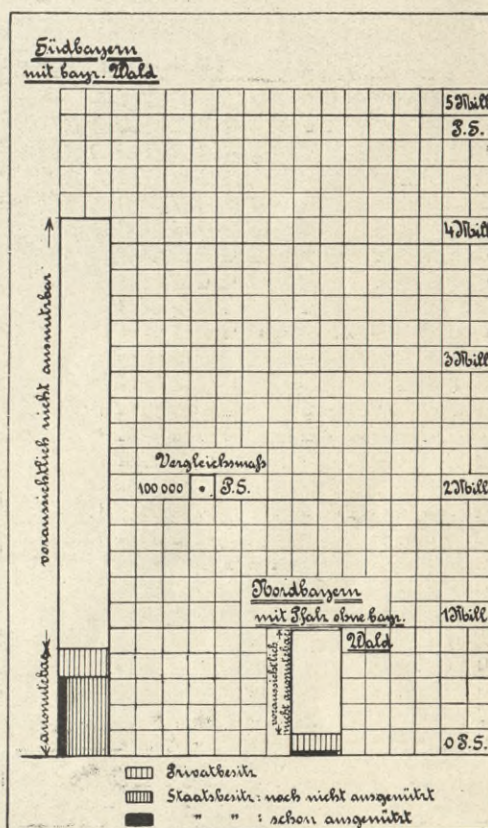


Fig. 3.

Tabelle 1.

Gebiet	Einzugsfläche qkm	Theoretisch vorhandene		Voraussichtlich überhaupt ausnützbare Kraft			Vom staatlichen Besitz	
		Kraftmenge pro qkm PS	Gesamt-Wasserkraft Mill. PS	im Ganzen Mill. PS	davon im		bereits ausgenützt Mill. PS	noch ausnützbar Mill. PS
					Staatsbesitz Mill. PS	Privatbesitz Mill. PS		
Gebiet südlich der Donau	30 700	120	3,70	0,74	0,53	0,21	0,08	0,45
Gebiet des bayerischen Waldes	4 500	120	0,54	0,10	0,09	0,01	0,016	0,074
Uebrigtes Gebiet nördlich der Donau	34 700	20	0,69	0,14	0,021	0,119	0,018	0,003
Gebiet der Pfalz	5 930	15	0,10	0,02	—	0,02	—	—
zusammen rd.			5,00	1,00	0,64	0,36	0,114	0,526



Fig. 4.

Lauf der Altmühl und Naab, der Regen, die untere Ilz ; ferner der Main, die untere Regnitz, die untere Saale und die Flossbäche des Frankenwaldes, ausserdem der Rhein in der Pfalz. Privatflüsse in Bayern sind alle nicht öffentlichen

die grosse und kleine Vils usw. Ihre Verteilung in Bayern ist aus Fig. 6 ersichtlich.

Nur in kürzeren Strecken Staatsprivatflüsse sind: Iller, Lech, Wertach, Loisach, Ammer, Amper, Naab,



Fig. 5. Die öffentlichen Flüsse Bayerns.

Flüsse. Sie stehen im Eigentum der angrenzenden Grundbesitzer.

Eine Ausnahme hiervon bilden die sog. Staatsprivatflüsse. Ihr Bett, ihr Wasser und ihr Gefälle ist nicht Eigentum der Angrenzer, sondern steht im Besitz des Staates.

Ausschliesslich Staatsprivatflüsse sind u. a. fast alle Bäche des bayerischen Waldes, die grosse und kleine Laaber,

Main, Regnitz u. a. Teils Staatsprivatflüsse, teils gewöhnliche Privatflüsse sind: Günz, Mindel, Wörnitz, Paar, schwarze Laaber, Mangfall, Tyroler Ache, Jachen, Rissbach, Saalach, Würm, Altmühl, Rezat, Aisch, Tauber, sächsische Saale u. a.

Die im Besitz des Staates befindlichen Privatflüsse werden mit einer Länge von rund 4000 km eingeschätzt.

Nach einer im Hydrotechnischen Bureau vorgenommenen schätzungsweisen Bestimmung der Länge aller fließenden Gewässer in Bayern beträgt diese 70 800 km. Davon sind somit im Besitz des Staates:

Mangfall, Tyroler Ache, Prien, Alz und Rott, dann der Pegnitz und der fränkischen Saale.

Von Wichtigkeit namentlich als Speicherbecken sind die bayerischen Seen. Die meisten derselben — insbesondere



Fig. 6. Die Staatsprivatflüsse Bayerns.

2366 km öffentliche Flüsse,
4000 „ Privatflüsse,

im ganzen rd. 6400 km, d. sind nur 9 % aller fließenden Gewässer.

Eine besondere Kategorie von Flüssen bilden die Privatflüsse mit erheblicher Hochwassergefahr. Es gehören hiezu Teilstrecken von Iller, Halblech, Wertach,

die bedeutenderen — stehen im Privateigentum des Staates. Die Gesamtfläche der staatlichen Seen beträgt rd. 23 600 ha.

Wieviel Kraft ist in den dem Staate gehörigen Gewässern aufgespeichert?

Aus Anlass der Vorarbeiten für ein neues bayerisches Wassergesetz wurden seitens der Staatsregierung Erhebungen

gepflogen über die Grösse der in Bayern vorhandenen staatlichen Wasserkräfte und über die Menge der bereits ausgenutzten Kraft. Das Resultat ist in der 1907 erschienenen Denkschrift „Die Wasserkräfte Bayerns“ enthalten.

Darnach sind in den wichtigsten öffentlichen und Staatsprivatflüssen Bayerns die in Tab. 2 zusammengestellten und in Fig. 7 verzeichneten Wasserkräfte vorhanden.

Tabelle 2.
Die staatlichen Wasserkräfte des Donaugebietes bei Ausnützung des Niederwassers.

Flussgebiet	Noch ausnützbare Kraft PS	Bereits ausgenützte Kraft PS
Illergebiet	9 400	7 600
Gebiet zwischen Iller und Lech	200	800
Lechgebiet	43 000	21 700
Wertachgebiet	6 600	6 700
Gebiet zwischen Lech u. Altmühl	400	1 800
Altmühlgebiet	100	1 200
Gebiet zwischen Altmühl u. Regen	1 000	4 000
Regengebiet	10 300	7 200
Gebiet zwischen Regen und Isar	100	200
Isar selbst	105 000	25 000
Loisachgebiet	4 000	1 000
Ammer- und Ampergebiet	6 000	3 000
Gebiet zwischen Isar und Inn	1 700	2 700
Inn selbst	51 200	2 500
Achen mit Alz und Traun	49 000	4 900
Salzach- und Saalachgebiet	20 000	1 800
Ilzgebiet	9 000	8 500
Uebrigtes Gebiet	2 000	1 200
Donau selbst	—	200
	319 000	102 000

Zwecken der Kraftgewinnung abzuleiten und eine Flussstrecke vollständig trocken zu legen, dass vielmehr zu den verschiedensten Zwecken dem Flussbett eine gewisse Mindestwassermenge gelassen werden muss.

Solche Zwecke sind:

1. Der Gemeingebrauch zum Schöpfen, Trinken, Baden, zur Eisentnahme etc.;
 2. die Erhaltung eines Landschaftsbildes;
 3. die Flösserei und Trift;
 4. die Fischzucht;
 5. die Ableitung von Schmutzwässern aus Ansiedlungen, Städten, Fabriken etc.;
 6. Abtrieb von Kies und Sandanhäufungen bei den verschiedenen wasserbaulichen Anlagen;
 7. Abkehr des die Kraftmaschinen störenden Eises;
 8. in Landesteilen, in welchen dem Boden durch den Niederschlag in Form von Regen und Schnee die für das Gedeihen der Bodenfrüchte absolut nötige Feuchtigkeitsmenge nicht zugeführt wird, oder wo infolge poröser Beschaffenheit des Bodens diese zugeführte Feuchtigkeit alsbald versickert, kann auch die Rücksicht auf die nötige Bewässerung dazu führen, einen Teil des Wassers nicht der Kraftausnützung zuzuführen, sondern den besagten Zwecken vorzubehalten;
 9. auch die für Schifffahrtskanäle nötige Wassermenge würde der Kraftausnützung einen Ausfall bereiten.
2. Am stärksten werden die Wasserkraftanlagen durch die stets veränderliche Wasserführung unserer Flüsse und Bäche beeinflusst. Fig. 8 zeigt die Wasserstandsbewegung im Jahre 1909 im Donau- und Maingebiet.

Die aus dem Alpenvorlande kommenden Flüsse haben eine Niederwasserperiode, welche im Oktober beginnt und im Februar und März zu einem Minimum wird. Daran reiht sich ein ziemlich rascher Anstieg zur Periode höherer Wasserstände, deren Maximum in der Regel in den Mai und Juni fällt, von wo ab langsames Abfallen bis zum September eintritt. In dieser Periode treten — hervorgerufen durch wolkenbruchartige Gewitterregen — häufig kürzere Hochwässer auf.

Der Monat September ist ausgezeichnet durch wiederholtes starkes Anschwellen, ja es sind sogar Katastrophenhochwässer (wie im Jahre 1899) nicht ausgeschlossen. Ursache dieser Erscheinung ist offenbar der Niederschlag in Form von Schnee in den höheren Lagen und der Abgang des letzteren mit unmittelbar darauf einfallendem Regen.

Wesentlich verschieden hievon ist die Wasserführung der Flüsse und Bäche nördlich der Donau insbesondere des Maingebiets; sie haben ihre Niederwasserperiode in den Sommermonaten Mai bis August und ihre Mittel- und Hochwasserperiode im Januar und Februar. Die Differenz beider Ablaufbilder ist begründet im Schneeabgang. Im Alpenhochland schmilzt der Schnee hauptsächlich in den Monaten Mai und

Juni, in den nordbayerischen Flussgebieten bereits im Januar und Februar.

Zieht man bei einem unserer Gebirgsflüsse bloss das Niederwasser zur Ausnützung heran, so hat man an allen 365 Tagen des Jahres die gleiche Kraftmenge zu gewärtigen, es wird aber nur etwa 31 % der Gesamtwassermenge ausgenützt; es gehen also 69 % der zur Verfügung stehenden Kraftmenge verloren.

Nimmt man das 1½fache Niederwasser zur Ausnützung, so steht dieses nur an etwa 250 Tagen des Jahres zur

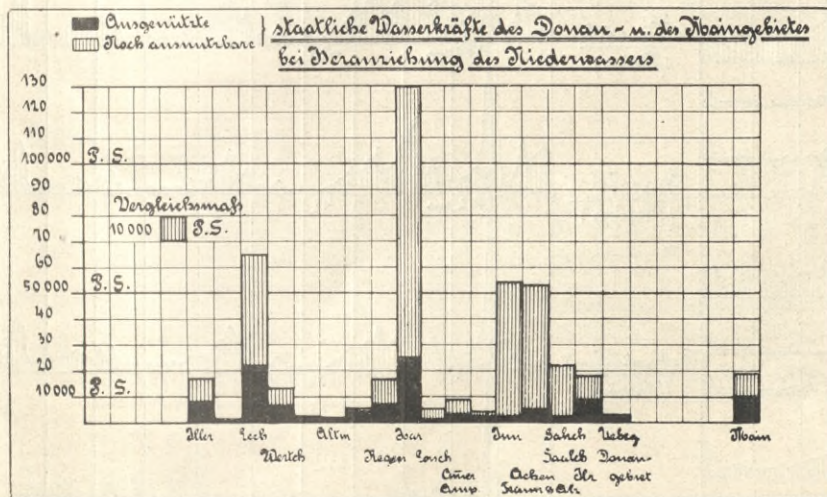


Fig. 7.

Die im Maingebiet noch ausnützbaren Kräfte betragen, wenn gleichfalls nur die Ausnützung bei Niederwasser zu Grunde gelegt wird, rund 9000 PS, die bereits ausgenutzten Kräfte 10 000 PS.

Welche Umstände beeinflussen die Wasserkraftausnützung im allgemeinen?

1. Hier kommt zunächst in Betracht, dass es in der Regel nicht angehen wird, alles Wasser einer Flussstelle zu

Donaugebiet

Maingebiet

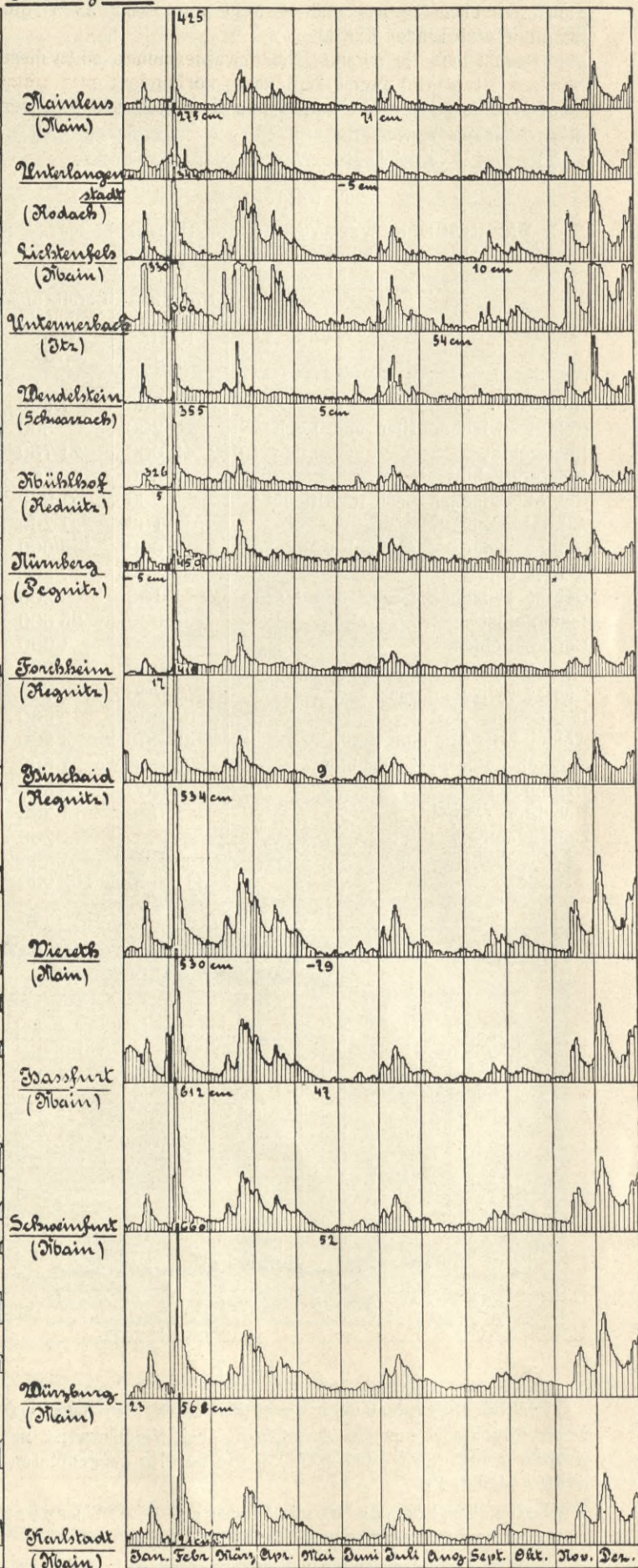
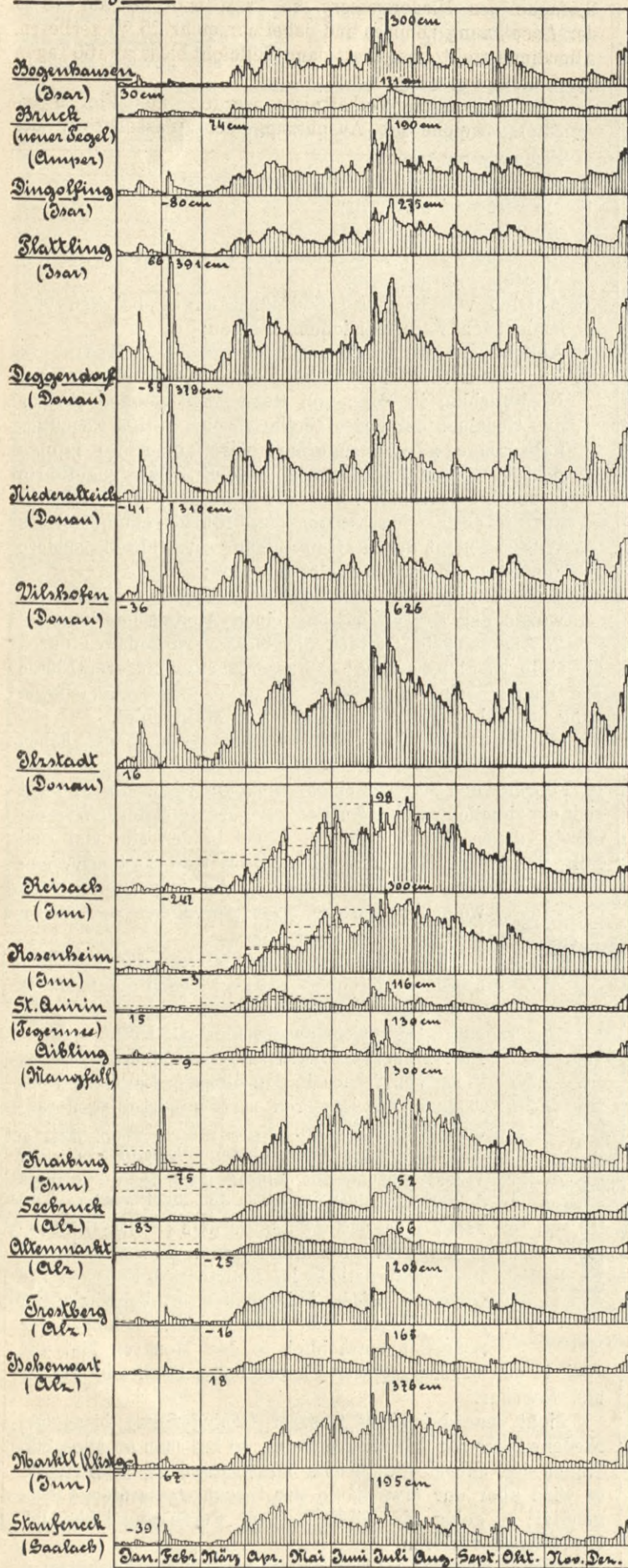


Fig. 8.

Verfügung; man nützt aber mit ihm 47 % der vorbeifliessenden Wassermenge aus und verliert nur mehr 53 % der zu Gebote stehenden Kraft.

Nimmt man die doppelte Niederwassermenge, so ist diese nur an etwa 190 Tagen im Jahre vorhanden; man nützt aber bereits 58 % der vorhandenen Kraft aus und es gehen nur mehr 42 % verloren.

Nimmt man das Jahresmittelwasser, d. i. etwa das 2,5fache des Niederwassers, so kann man bis auf 75 % der Ausnützung kommen und dabei nur mehr 25 % verlieren. Allerdings steht diese Kraft dann vielleicht bloss an 150 Tagen zur Verfügung.

Die genannten Verhältnisse werden aus Fig. 9 ersichtlich, welche die Ausnützung der Wasserkräfte des

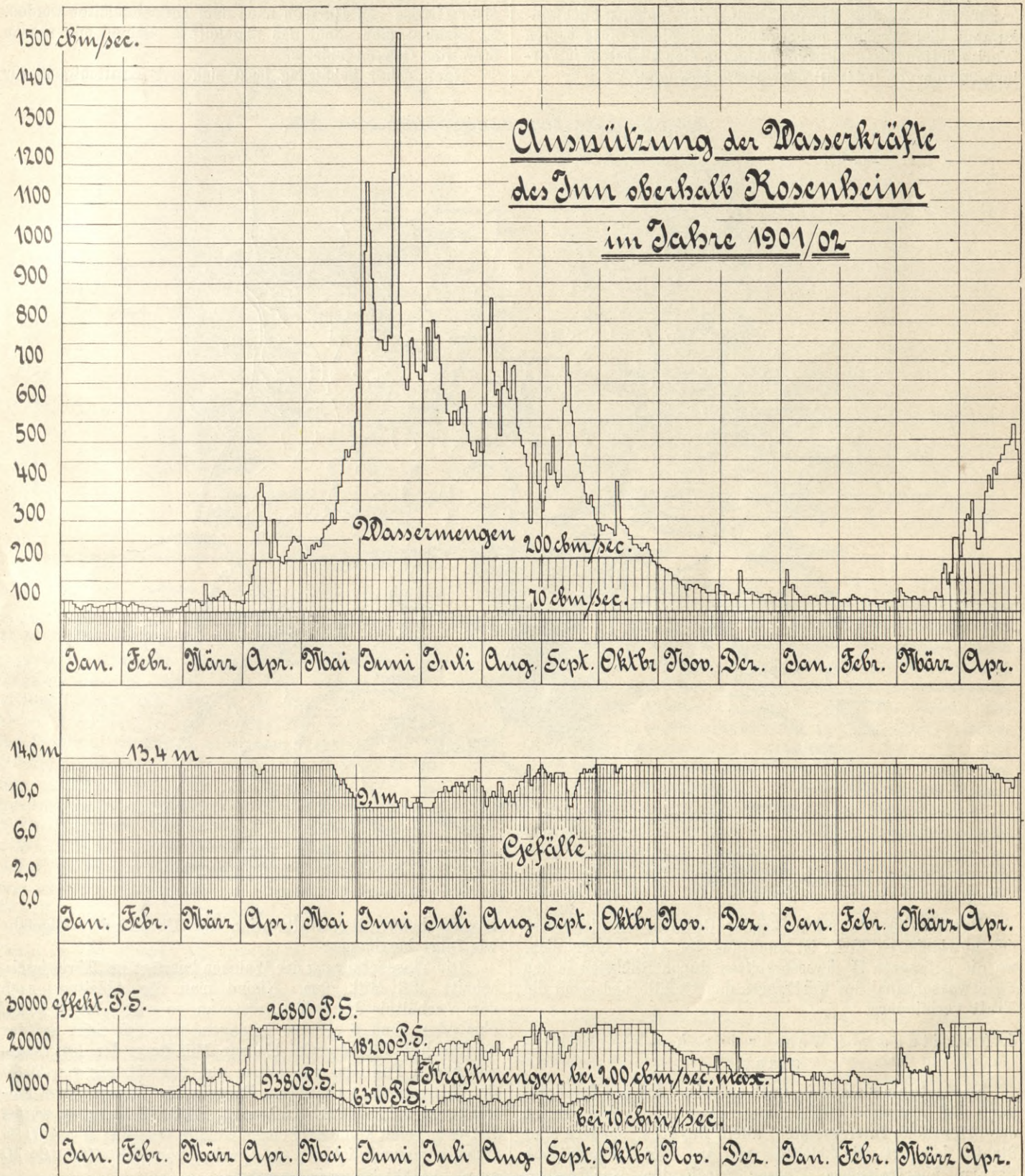


Fig. 9.

Inn oberhalb Rosenheim im Jahre 1901/02 als Projektgedanken darstellt. Die Niederwassermenge mit 70 cbm/sec steht während des ganzen Jahres zur Ausnützung voll zur Verfügung, während eine Wassermenge von 200 cbm/sec, also etwa das 3fache Niederwasser nur mehr knapp 7 Monate lang vorhanden ist.

3. Das Gefälle einer Flussstelle, an welcher ein Triebwerk errichtet werden soll, ist solchen Schwankungen viel weniger unterworfen; bei einem ausgebauten Werk dürften die Gefällsschwankungen sich höchstens in Verlustgrenzen von 0 bis 10 oder 15 % bewegen.

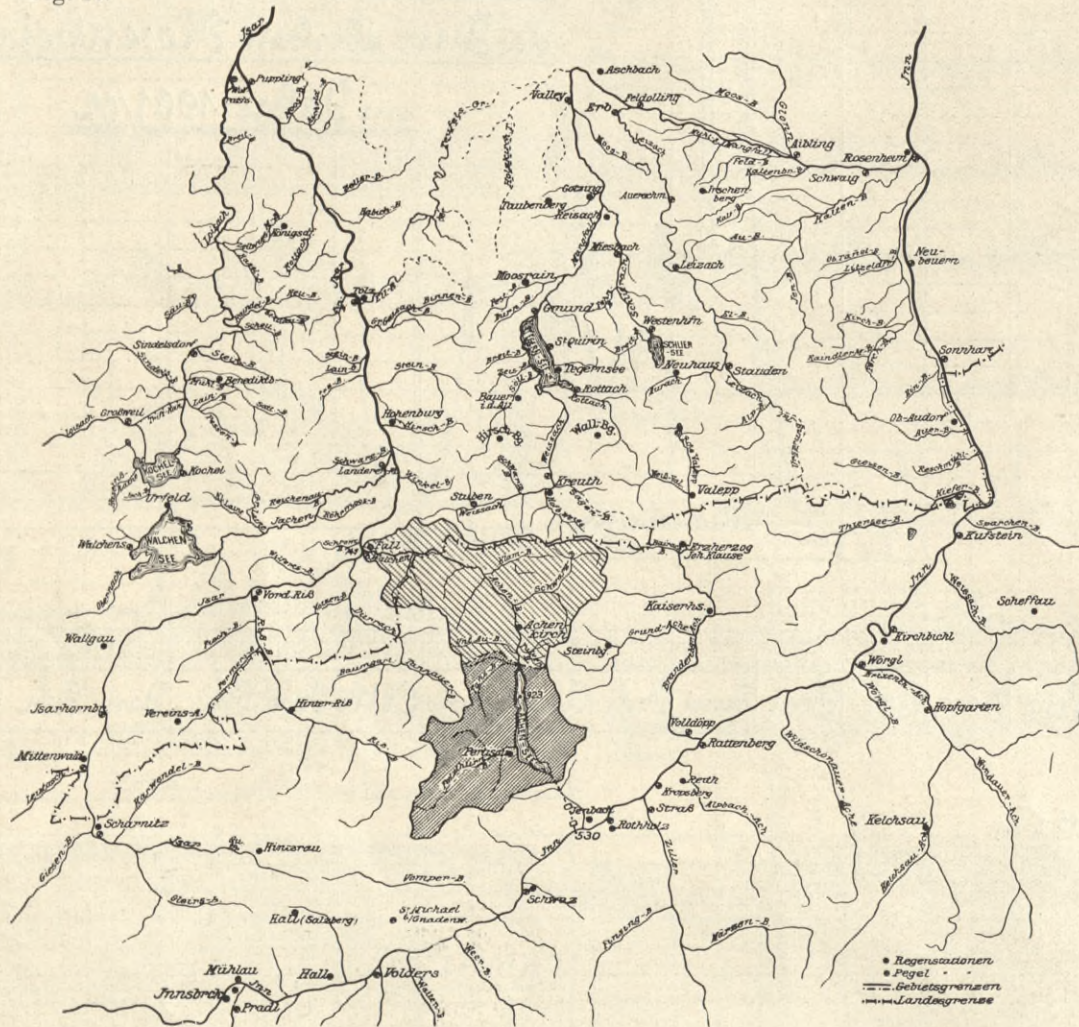
Möglichkeiten getreten: Die Ableitung des Achensees zum Inn bei Jenbach und die Ableitung der Tiroler Achen ebenfalls zum Inn bei Kiefersfelden.

Bei der Achensee-Ableitung (Fig. 10) handelt es sich um das Gebiet der Walchen, welche ein Gesamt-Einzugsgebiet von 239 qkm besitzt. Von diesem könnte das eigentliche Einzugsgebiet des Achensees bis zum Seeabfluss in einer Grösse von 105 qkm nach dem Inn abgeleitet werden. Es bemisst sich somit das abgeleitete Gebiet mit nahezu 50% des Gesamtgebietes.

Nach roher Schätzung lässt sich der Kraftentgang für

Ableitung des Achenseegebietes zum Inn.

Fig. 10.



Der Einfluss des schwankenden Gefalles auf die Grösse der gewinnbaren Kraft ist auch aus der Fig. 9 ersichtlich, wo die grösseren Hochwasserspitzen durch Rückstau in den Unterwasserkanal des Kraftwerks das Gefälle und somit die Kraft vermindern.

4. Ableitung von Wasser durch den Nachbarstaat.

Es dürfte am Platze sein, noch auf eine Art der Beschränkung der Wasserbenützung aufmerksam zu machen, welche das öffentliche Interesse nicht allein Bayerns, sondern aller Staaten berührt: Die Ableitung von aus dem Auslande nach Bayern übertretendem Wasser durch den Nachbarstaat (Oesterreich). In die Erscheinung sind bis jetzt zwei solcher

Bayern bezw. der Kraftgewinn für Oesterreich ungefähr wie folgt bestimmen:

Die Wasserführung der Walchen beträgt im Jahresdurchschnitt 422 Mill. cbm. Nimmt man die Ableitung nach dem Verhältnis der Gebietsgrösse an, so würde sie 184 Mill. cbm oder rund 6 cbm/sec betragen, was bei einer auf der bayerischen Flussstrecke bis zur Mündung der Isar angenommenen Fallhöhe von 440 m und Ausnützung von 20 % der theoretisch vorhandenen Energie für Bayern einen Entgang von $0,2 \times 440 \times 6 \times 10 =$ rd. 5300 PS bedeuten würde. In Oesterreich könnte bei einem Gefälle von 400 m und 60 % Ausnutzungsmöglichkeit ein Gewinn von $0,6 \times 400 \times 6 \times 10 =$ rd. 14000 PS erzielt werden.

In dem zweiten Falle der Ableitung der Tiroler Achen

Ableitung der Tiroler Achen zum Inn.

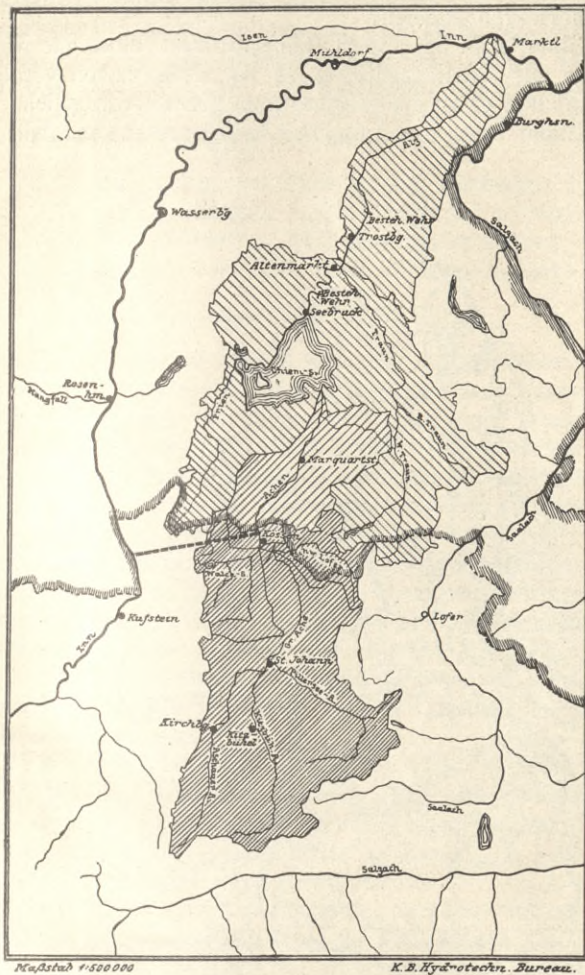


Fig. 11.

würde diese von der Landesgrenze bei Kössen aus gegen Kiefersfelden in den Inn geleitet werden. (Fig. 11.) Die gesamte Gebietsfläche der Achen bis zum Abfluss aus dem Chiemsee beträgt 1387 qkm, die Grösse des abgeleiteten Gebiets 839 qkm, d. h. etwa 60 %. Wenn die Alz am Seeauslauf im Jahresmittel 2056 Mill. cbm führt und die Ableitung wiederum nach dem Verhältnis der Gebietsgrössen angenommen wird, so beträgt diese 1230 Mill. cbm oder rd. 39 cbm/sec. Bei Ausnützung von 20 % der vorhandenen Energie und einem Gefälle in Bayern von ungefähr 230 m entspricht dies einem Kraftentgang von $0,2 \times 230 \times 39 \times 10 =$ rd. 19 000 PS, dem bei einem Gefälle von etwa 100 m bei Kiefersfelden und 20 % Ausnützungsmöglichkeit eine erzielbare österreichische Wasserkraft von $0,2 \times 100 \times 39 \times 10 =$ rd. 8000 PS gegenüber steht.

Das abgeleitete Wasser kann, wenn es auch in beiden Fällen im Inn wieder auf bayerisches Gebiet zurückkehrt, in Bayern nutzbringend nicht mehr verwertet werden, denn der Inn hat ohnedies Wasser genug und sein Gefälle ist in Bayern nicht gross.

Eine sehr wichtige Forderung, die bei der Ausnützung einer Wasserkraft gestellt werden muss, und die in der Regel hemmend wirkt, ist die, dass durch den Betrieb der Kraftanlage das vorher vorhandene Regime der Wasserführung nicht zu seinen Ungunsten verändert werden darf.

Würde z. B. eine solche Anlage die Wirkung haben, dass das natürliche Niederwasser längere Zeit auf die Hälfte reduziert und dann wieder auf das Doppelte gesteigert werden würde, dann wäre am ganzen, unterhalb

dieses Werkes gelegenen Flusslauf, eine wirtschaftliche Ausnützung des Wassers nahezu ausgeschlossen und die in dieser Strecke etwa schon bestehenden Werke unter Umständen dem Untergang preisgegeben.

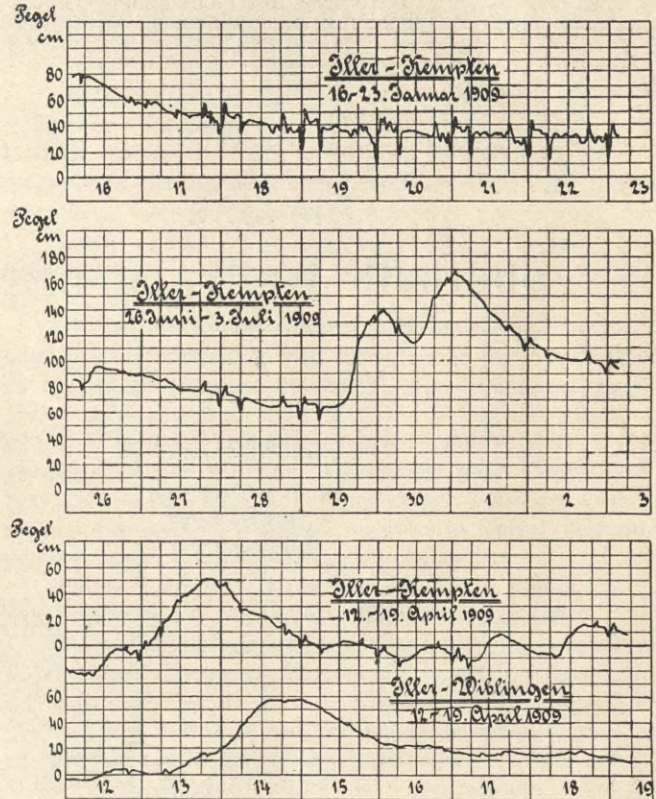


Fig. 12.

In Fig. 12 sind in den oberen beiden Kurven die Schwankungen der Illerwasserstände am Pegel zu Kempten dargestellt, und zwar in der ersteren bei niederen, in der zweiten bei höheren Wasserständen. Die erstere Kurve zeigt in ihrem vielzackigen Verlauf nicht nur die von dem Wechsel des natürlichen Zuflusses abhängigen Schwankungen, sondern auch grössere, in den allgemeinen Verlauf des Wasserstandes tiefer eingreifende und periodisch wiederkehrende Unterbrechungen von kürzerer Dauer. Es sind dies Störungen im natürlichen Wasserabfluss, die durch Regulierungen an Triebwerken, d. h. Zurückhaltung von Wasser an den Stauanlagen und Abarbeiten des aufgespeicherten Wassers hervorgerufen werden. Dieselben Störungen, welche den ruhigen Verlauf der Niederwasserkurve ziemlich bedeutend stören, sind auch in der zweiten Hochwasserkurve zu erkennen, jedoch mit dem Unterschied, dass sie bei der grösseren Wasserführung nicht so sehr in die Erscheinung treten.

Die beiden unteren Kurven stellen gleichzeitige Wasserpiegelschwankungen der Iller an den Pegeln in Kempten bzw. in Wiblingen dar. Neben den oben genannten Störungen, die auch hier zu erkennen sind, ist die Fortpflanzung der grösseren Anschwellung am 13./14. April 1909 auf der rund 100 km langen Strecke zwischen beiden Pegelstellen interessant, während ausserdem in dem Diagramm des Kemptener Pegels täglich sich wiederholende, regelmässig etwa in der Zeit zwischen 4 und 6 Uhr nachmittags kulminierende Wellen zu erkennen sind, die durch die tägliche Schneeschmelze verursacht werden. Der Einfluss dieser Wellen ist mit entsprechender zeitlicher Verschiebung auch in Wiblingen, wenngleich ziemlich verflacht, noch deutlich erkennbar.

Ein Mittel, die schädliche Wirkung dieser Wasserschwankungen auf die Kraftausnutzung zu beseitigen, besteht darin, die ungleichmässigen Wassermengen in einem Sammelbecken auszugleichen.

Solche Sammelbecken können aber auch neben der Aufgabe der reinen Ausgleichung unregelmässig zufließender

Welche Wirkungen kann man nun mit solchen Aufspeicherungen erzielen?

Nimmt man bei unsern Gebirgsflüssen bloss das Niederwasser zur Kraftausnutzung, so ist dieses schon vergleichmässig und es ist ein Speicherraum nicht erforderlich.

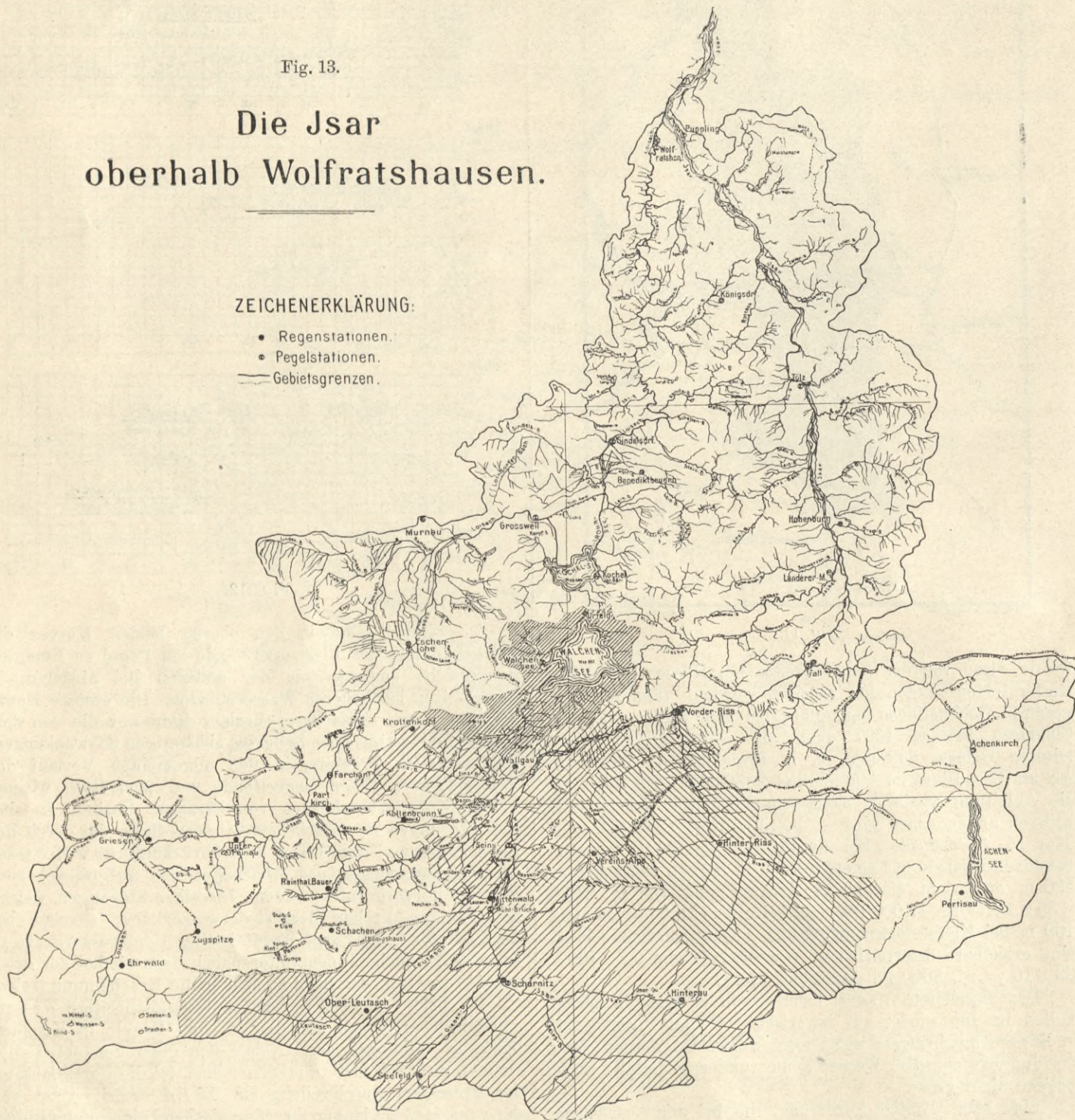
Nimmt man das 1,5fache Niederwasser und will man

Fig. 13.

Die Jsar oberhalb Wolfratshausen.

ZEICHENERKLÄRUNG:

- Regenstationen.
- Pegelstationen.
- Gebietsgrenzen.



Wassermengen auch noch die Wasseraufspeicherung bezwecken, das wichtigste Mittel, die Ausnutzung der Energie des fließenden Wassers auf das Höchste zu steigern. Es soll das Hochwasser eines Flusses zurückgehalten und aufgespeichert werden, um zu Zeiten von Niederwasser dieses zu verstärken und den Abfluss gleichmässig zu gestalten.

dessen Abfluss so gestalten, dass jede Jahressekunde gleichviel abfließt, so ist hiefür ein Speicherraum von 4% der jährlichen Abflussmenge nötig — bei Wallgau z. B. mit einem Jahresabfluss von 560 Mill. cbm ein Speicherraum von 22 Millionen cbm. Das entspräche einer Absenkungstiefe des

$$\text{Walchensees von } \frac{22}{16} = 1,4 \text{ m}$$

Will man die doppelte Niederwassermenge gleichmässig zum Abfluss bringen, so braucht man einen Speicherraum von etwa 10 % der Jahresabflussmenge — bei Wallgau also etwa 56 Mill. cbm. Das entspräche einer Absenkung des Walchensees von $\frac{56}{16} = 3,5$ m.

Will man die ganze vom Fluss jährlich gebrachte Wassermenge zum gleichmässigen Abfluss bringen, so muss man etwa 25 % der jährlichen Abflussmenge speichern — bei Wallgau also etwa 140 Mill. cbm. Dies entspräche einer Absenkung des Walchensees von $\frac{140}{16} \cong 9,0$ m.

Man spricht auch häufig von einer Aufspeicherung von Wasser auf Jahre hinaus, derart, dass man das Wasser sehr regenreicher Jahre für solche von besonderer Trockenheit aufbewahren müsste. Theoretisch ist dies möglich, nur müsste in diesem Falle der doppelte Speicherraum zur Verfügung stehen, der nötig ist, um Jahr für Jahr einen Ausgleich zu erreichen.

In dem oben genannten Beispiel des Lech bei Füssen müsste also, um eine Sekunde für Sekunde gleichmässige Wasserführung auf jahrzehntelange Dauer zu erzeugen, ein Stauraum von der Hälfte der jährlich abfliessenden Wassermenge zur Verfügung stehen, also etwa 900 Mill. cbm.

Aus dem Füssener Beispiel geht hervor, dass zur Gleichmässigmachung des Abflusses grosse Räume bereit gestellt werden müssten.

Projekte für künstliche Sammelbecken oder Stauweiher sind in Bayern in grösserer Anzahl schon aufgetaucht, wenn auch bei vielen derselben von vornherein die Möglichkeit der Anlage nicht vorhanden ist oder zum mindesten in Zweifel gesetzt werden kann.

Soweit diese Projekte bekannt geworden sind, handelt es sich im Alpenvorland um die Stauanlagen am Lobach bei Lengenwang, am Lech bei Rosshaupten, an der Ammer bei Echelsbach, an der Loisach bei Eschenlohe, an der Oberrach bei Einsiedel, an der Isar bei Fall und bei Baierbrunn, an der Leitzach bei Au und an der Saalach bei Reichenhall. Letztere ist gegenwärtig im Bau begriffen.

Diese Sperren repräsentieren einen Staubeckeninhalt von rund 740 Mill. cbm bei einem mittleren Jahresabfluss von etwa 5000 Mill. cbm.

Die zweite Gruppe liegt im Bayerischen und Böhmerwald und zwar an der Ilz bei Fürsteneck, am Regen bei Teisnach und bei Regen und an der Naab bei Windischeschenbach. Der Beckeninhalte fasst 170 Mill. cbm, der Jahresabfluss beträgt 1000 Mill. cbm.

Im Fichtelgebirg sind Projekte an der Steinach bei Untersteinach, an der Schorgast bei Wirsberg und an der Oelschnitz bei Berneck mit einem Stauraum von 20 Mill. cbm und einem Jahresabfluss von 100 Mill. cbm aufgetaucht.

Im Frankwald sind Sperren an der wilden Rodach bei Wallenfels, am Nurner Ködel bei Mauthaus und an der Kremnitz bei Gifting mit 45 Mill. cbm Beckeninhalte und 200 Mill. cbm Jahresabfluss projektiert.

Im Gebiet der Fränkischen Saale wurden Vorschläge zu Stauweiher bei Ober-Ebersbach, Steinach, Bocklet, Kleinbrach und Euerdorf mit etwa 22 Mill. cbm Inhalt gemacht.

Projekte für Sammelbecken und Polderanlagen im Pegnitzgebiet wurden vom Hydrotechnischen Bureau unter Mitwirkung des Stadtbauamtes Nürnberg zur Untersuchung der Beseitigung der Ueberschwemmungen im Pegnitzgebiet hergestellt.

Hier sind auch noch zu nennen die Sammelweiher im Gebiet der Scheitelhaltungen des Donau-Main-

Kanals, die vom Technischen Amt des Kanalvereins zur Wasserversorgung des Kanals bei Labersricht, Kettenbach, Bäckermühle, Unterölsbach und Hagenhausen projektiert wurden.

Endlich wurden Studien über Wasserkraftanlagen in Verbindung mit Staubecken bei Kissingen an der Aschach, der Schondra und der Sinn gemacht.

Künstliche Wasserspeicher durch Abschluss eines Tales mit einer Talsperre sind schon in den alten Kulturländern (Aegypten) und neuerdings insbesondere in Norddeutschland (Rheinprovinz und Schlesien) nach dem von Intze gegebenen Vorbilde geschaffen worden.

Natürliche Wasserspeicher bilden unsere grösseren Seen — Chiemsee, Würmsee, Ammersee, Walchensee etc. —

Die bedeutenderen oberbayerischen Seen wurden bezüglich ihrer Ausnützbarkeit als Speicher besonderen Untersuchungen unterzogen und haben diese Untersuchungen im allgemeinen ergeben, dass man bei jedem derselben wohl einen mehr oder minder grossen Speicherraum schaffen könnte, dass der vollen Ausnützung aber überall die bis hart an den See bereits heranreichende Besiedlung und die auf den dermaligen Seestand aufgebaute Kultur des ganzen den See umgebenden Geländes entgegensteht.

Um hier nur ein typisches Beispiel zu geben, sei über den Tegernsee als Staubecken folgendes mitgeteilt:

Der natürliche dermalen vorhandene Speicherraum, auf welchen sich die ganze Umgebung eingerichtet hat, beträgt 5,2 Mill. cbm (bei 9,1 qkm Seefläche eine Speicherhöhe von 0,57 m). Im Jahre 1899 (September-Hochwasser) speicherte er bei einer 2,6 m hohen Anschwellung rd. 24 Mill. cbm auf. Diese Anschwellung hatte die allergrössten Missstände (Ueberschwemmung Tegernsees etc. etc.) im Gefolge. Dem See fliessen jährlich etwa 261 Mill. cbm Wasser zu; um den Seeabfluss gleichmässig zu gestalten, müsste ein Speicherraum von 65 Mill. cbm geschaffen werden, der See also auf 7—8 m gestaut eventuell entsprechend abgesenkt werden. Beides erscheint absolut untunlich. Was im höchsten Fall, jedenfalls aber auch nur mit Zwang erreicht werden könnte, wäre die Schaffung eines Stauraums von 18,2 Mill. cbm bei einer Seeschwankung von 2,00 m. (Die jetzigen gewöhnlichen Seeschwankungen betragen nur 57 cm.) Aehnliche Verhältnisse bestehen an den übrigen grösseren Seen Bayerns.

Von den vorhandenen Wasserkraften hat die bayerische Staatseisenbahnverwaltung für ihre eigenen Zwecke eine Reihe von Kräften ausgewählt und reserviert, wie sie in Tabelle 3 aufgezählt sind.

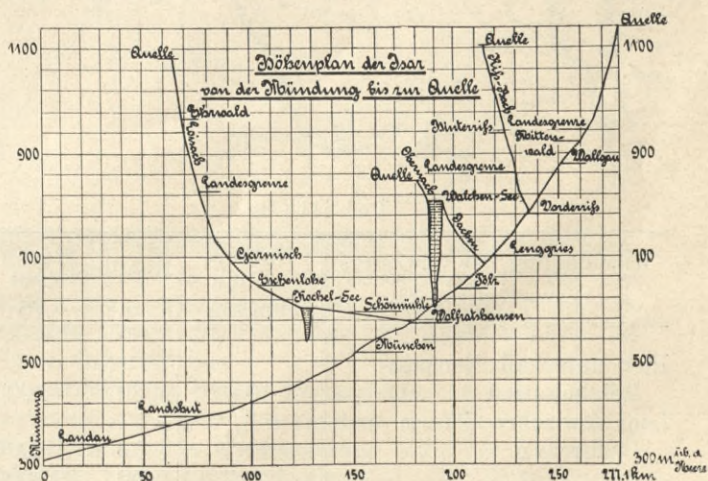


Fig. 14.

Fig. 15.

Übersichts-Lageplan.

Gemeinsame Überleitung.
1. Ausbau.

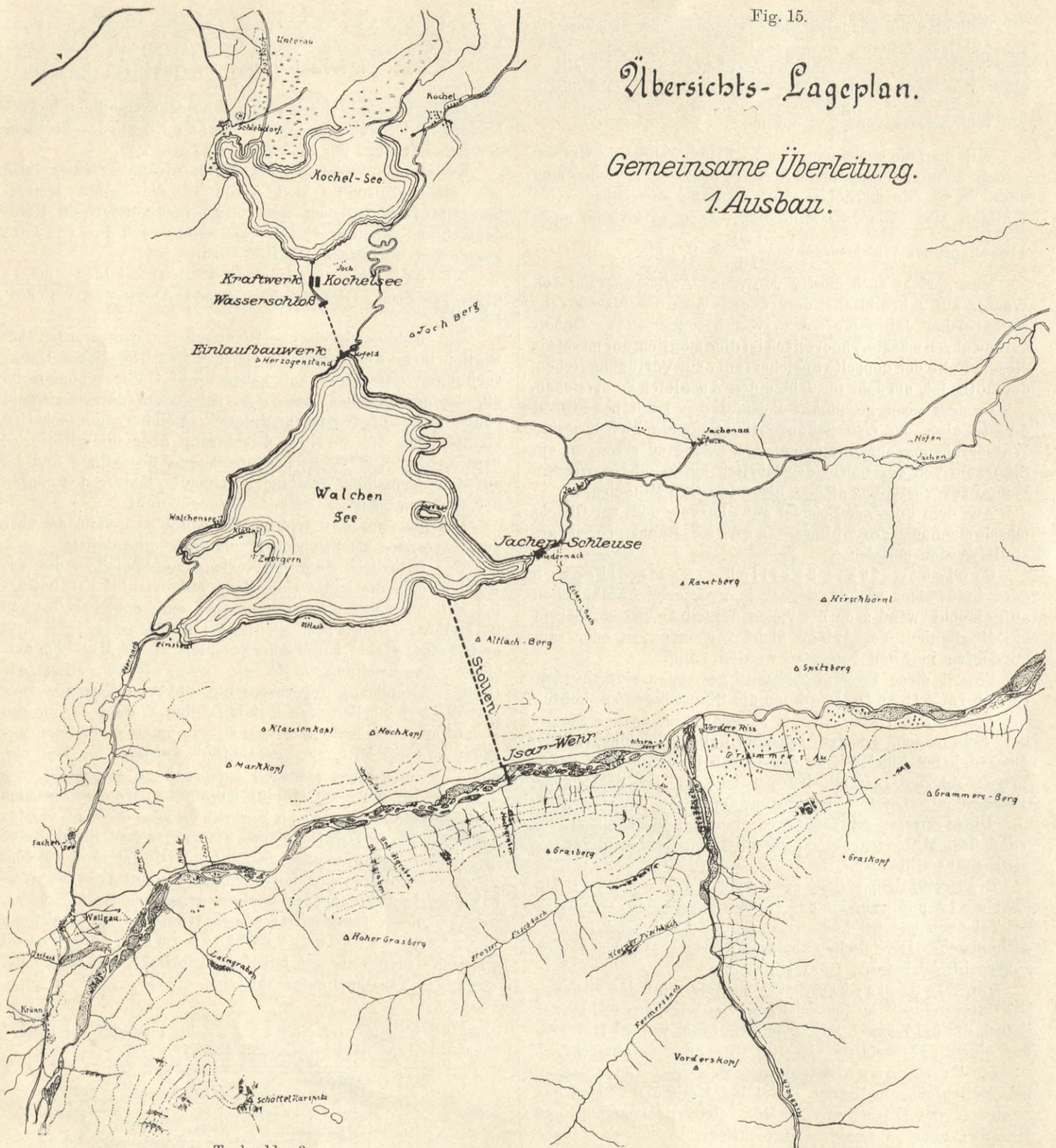


Tabelle 3.

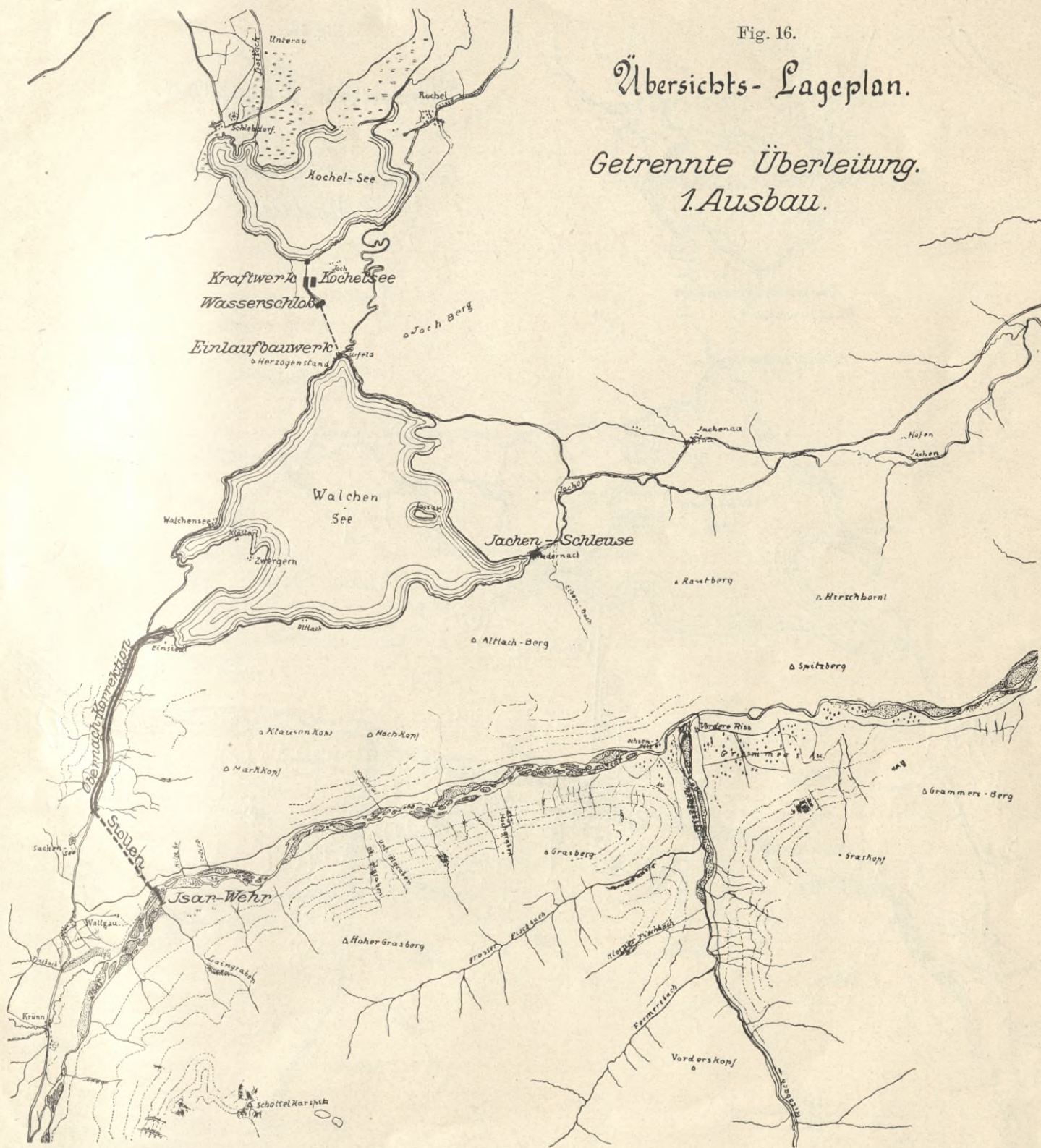
Bezeichnung des Gewässers bezw. Kraftwerks	Wasser- menge cbm/sec	Gefälle m	Wasser- kraft PS
Iller unterhalb Kempten- Reicholtsried	10	30	3 000
Lech zwischen Füssen und Lechbruck	32	50	15 000
Walchensee-Kraftwerk . . .	12,5	200	25 000
	16	200	32 000

Bezeichnung des Gewässers bezw. Kraftwerks	Wasser- menge cbm/sec.	Gefälle m	Wasser- kraft PS
Isar bei Puppling	44	18	8 500
Alz bei Truchtlaching . . .	30	14,5	5 500
Saalach von Landesgrenze bis Jettenberg	12,5	20	2 600
Saalach bei Reichenhall . .	16,4	19,5	3 200
Inn bei Wasserburg-Mühl- dorf-Jettenbach-Alztal	100—150	31	37 000

Fig. 16.

Übersichts-Lageplan.

Getrennte Überleitung. 1. Ausbau.



Das wichtigste unter diesen Kraftwerken ist das Walchenseewerk, dem wegen seiner ausgedehnten Akkumulierfähigkeit für die Wasserwirtschaft auch der übrigen entstehenden und mit diesem in Verbindung zu setzenden Kraftzentralen eine besondere Bedeutung zukommt.

Es dürfte daher am Platze sein, über den gegenwärtigen Stand des Walchenseeprojektes einiges mitzuteilen.

Wie bekannt, zerfällt das Walchenseeprojekt in zwei Teile, den ersten und den zweiten Ausbau, d. h. die Ueber-

leitung der Isarwassermengen allein in den Walchensee bzw. die Ueberleitung von Isar- und Rissbachwasser. Für den zweiten Ausbau unterscheidet man wieder zwei Typen: die gemeinsame Ueberleitung von Isar und Rissbach bzw. die getrennte Ueberleitung.

Der Anteil der beiden Flussgebiete der Isar und des Rissbachs ist aus Figur 13 ersichtlich, in welcher die beiden in Frage kommenden Einzugsgebiete sowie das Gebiet des Walchensees selbst hervorgehoben sind. Das Einzugsgebiet

Fig. 17.

Übersichts-Lageplan.

Gemeinsame Überleitung.
2. Ausbau.



der Isar an der Wehrstelle am Hochgraben oberhalb Vorder-riss beträgt 542 qkm, dasjenige des Rissbachs vor der Mündung 217 qkm und dasjenige des Walchensees bis zum Seeablauf 74 qkm.

Die Gefällverhältnisse sind aus Fig. 14 ersichtlich, welche den Lauf der Isar mit ihren hier in Frage kommenden Nebenflüssen, dem Rissbach, der Jachen und der Loisach, sowie die gegenseitige Höhenlage von Walchensee und Kochelsee erkennen lassen.

Der erste Ausbau besteht nun, wie oben bereits erwähnt, in der Heranziehung der Isarwassermengen allein. Diese werden, wenn die spätere gemeinsame Ueberleitung vorgesehen wird, in einem von dem beim Hochgraben oberhalb Vorder-riss zu errichtenden Isarwehr abzweigenden Stollen dem Walchensee zugeleitet (Fig. 15), während bei der getrennten Ueberleitung das Isarwehr bei Wallgau liegt, von wo aus in einem Stollen das Wasser in das Tal der Oberrach und von hier in einer Oberrachkorrektur

Fig. 18.

Übersichts-Lageplan.

Getrennte Überleitung. 2. Ausbau.



zum Walchensee geführt wird. (Fig. 16.) Mehrere Projekte haben auch im Oberrnachte die Anlage eines Stausees vorgesehen.

Der zweite Ausbau, der neben der Isarüberleitung noch die Heranziehung des Rissbachs vorsieht, ergänzt bei der gemeinsamen Überleitung die Anlage des ersten Ausbaues noch durch das Rissbachwehr und den Rissbachstollen, der das Wasser zum Isarwehr leitet (Fig. 17); bei der getrennten Überleitung wird das Rissbachwasser vom Rissbachwehr

in offenem Kanal zum Aquädukt über die Isar und von dort mit eigenem Stollen zum Walchensee geführt. (Fig. 18.)

Einlaufbauwerk, Wasserschloss und Kraftwerk zwischen Walchensee und Kochelsee sind natürlich in allen Fällen gleich angeordnet.

Bezüglich der Grösse der abzuleitenden Wassermengen ist angenommen, dass im ersten Ausbau die Isar bis zu einer Maximalwassermenge von 25 cbm/sec an der Wehrstelle dem Walchensee zugeführt wird. Dieser Entzug wird sich

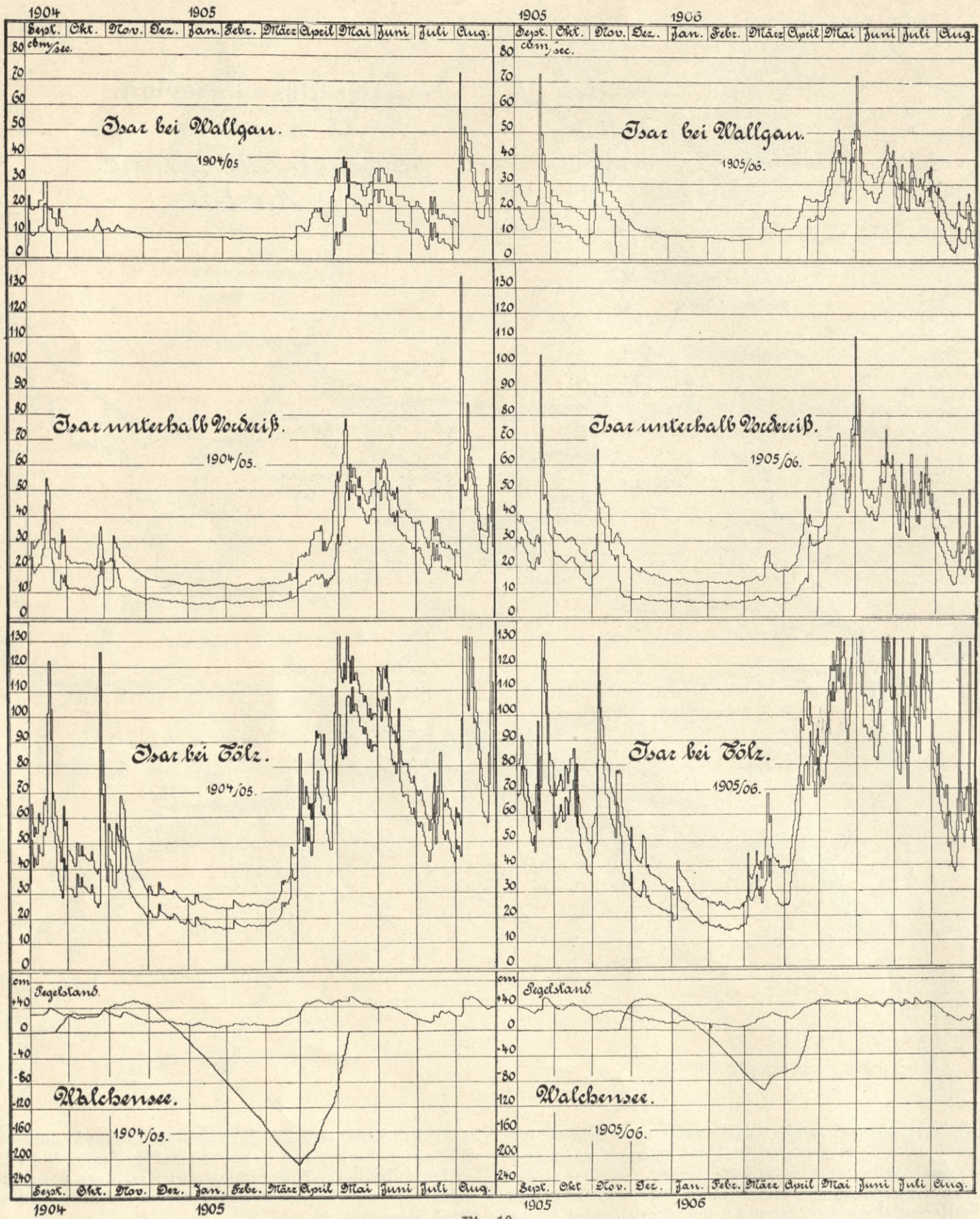


Fig. 19.

natürlich in der unteren Isarstrecke in verschiedenen nassen Jahren verschieden geltend machen.

In Fig. 19 ist beispielsweise dargestellt, wie in einem

verhältnismässig nassen Jahr, wie 1905/06 bzw. einem trockenen Jahr, wie 1904/05 die Verhältnisse beim ersten Ausbau sich an verschiedenen Punkten gestalten werden.

Die jeweils obere Linie stellt die seitherigen Wassermengen der Isar bezw. Wasserstände des Walchensees, die untere Linie die künftigen Verhältnisse dar.

Das oberste Bild zeigt die seitherige Wasserführung der Isar an der Wehrstelle bezw. die Grösse der abgeleiteten und infolgedessen auch die Grösse der verbleibenden Wassermengen. So wird in den Monaten Dezember bis April bezw. in trockeneren Jahren in den Monaten Oktober bis April unmittelbar unterhalb des Wehres kein Wasser mehr vorhanden sein.

Im zweiten Bild, der Wasserführung der Isar unterhalb Vorderriss macht sich die Zuflussmenge des Rissbachs, die der Isar verbleibt, schon geltend, so dass auch in trockenen Zeiten Wasser in der Isar vorhanden ist.

Die Wasserführung bei Tölz, wie sie im dritten Bild dargestellt ist, wird nur mehr verhältnismässig wenig durch die Ableitung beeinflusst; wenigstens wird sie so eingerichtet werden, dass im allernüchternsten Falle einer Niederwasserkatastrophe mindestens 9 cbm/sec dort vorhanden sind.

Das vierte Bild endlich zeigt die gegenwärtigen bezw. die zukünftigen Schwankungen des Walchenseespiegels, der natürlich in trockenen Jahren weiter abgesenkt werden muss als in nassen Jahren, der jedoch nach den Einrichtungen des Projektes nicht tiefer als 4,6 m im äussersten Falle abgesenkt werden kann.

Wert der Wasserkräfte.

Nur im allgemeinen will ich hier auf drei Punkte hinweisen, welche den Wert der Wasserkräfte besonders charakterisieren:

1. Eine jede Wasserkraftanlage zerfällt im wesentlichen

in zwei scharf voneinander zu trennende Teile: den wasserbaulichen und den elektrischen Teil. Der wasserbauliche Teil umfasst die Fassung und Zuleitung des Wassers bis zur Kraftmaschine (Turbine), der elektrische Teil alle Maschinen und Vorrichtungen, welche nötig sind, die kinetische Energie des Wassers in eine andere Energieart umzuformen, sie für den Weitertransport, Verwendung in einer Arbeitsmaschine oder in irgend einer andern Form geeignet zu machen. — Die wasserbaulichen Anlagen sind wohl bei allen Kraftwerken die bei weitem teuersten, dafür aber die am wenigsten vergänglichen; die Unterhaltungskosten der wasserbaulichen Anlagen betragen bei sorgfältiger Erstaussführung und liebevoller Nachsicht vielleicht nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ % der Anlagekosten und sind daher auch mit verhältnismässig kurzer Zeit amortisierbar.

2. Der zweite Punkt, der den Wert der Wasserkraft besonders charakterisiert, ist der stets steigende Preis der Kohle. Eine einmal eingerichtete Wasserkraft wird im allgemeinen die Kilowattstunde auf lange Zeit hinaus zu gleichen Preisen herstellen und verkaufen können, abgesehen natürlich von den auch hier unbedingt infolge der Preissteigerung aller Materialien hervorgerufenen jedenfalls aber nur geringen Preiserhöhungen.

3. Das letzte und wichtigste Moment liegt in der Uerschöpflichkeit der Kraftquelle; während die Kohlenvorräte der Erde — man kann heute schon sagen — in absehbarer Zeit versiegen werden, wird diese Kraftquelle solange fließen, als das Wasser in Form von Regen und Schnee vom Himmel zur Erde fällt und als Dampf zur Atmosphäre zurückkehrt. Dieser ewige Kreislauf des Wassers verbürgt aber auch die Unversiegbarkeit der Kraftquelle.



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

IV 35199
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



IV-301136

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000318104

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000302818