

Wirtschaftliche Bedeutung hydraulischer Wasserakkumulierungsanlagen

Autor(en): **Peter, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt**

Band (Jahr): **3 (1910-1911)**

Heft 11

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-919917>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

SCHWEIZERISCHE WASSERWIRTSCHAFT



OFFIZIELLES ORGAN DES SCHWEIZER-
ISCHEN WASSERWIRTSCHAFTSVERBANDES

ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAUTECHNIK,
WASSERKRAFTNUTZUNG, SCHIFFAHRT .: ALLGEMEINES
PUBLIKATIONSMITTEL DES NORDOSTSCHWEIZERISCHEN
VERBANDES FÜR DIE SCHIFFAHRT RHEIN-BODENSEE

HERAUSGEGEBEN VON DR O. WETTSTEIN UNTER MITWIRKUNG
VON a. PROF. HILGARD IN ZÜRICH UND ING. GELPKE IN BASEL



Erscheint monatlich zweimal, je am 10. und 25.
Abonnementspreis Fr. 15.— jährlich, Fr. 7.50 halbjährlich
Deutschland Mk. 14.— und 7.—, Österreich Kr. 16.— und 8.—
Inserate 35 Cts. die 4 mal gespaltene Petitzeile
Erste und letzte Seite 50 Cts. Bei Wiederholungen Rabatt

Verantwortlich für die Redaktion:
Dr. OSCAR WETTSTEIN u. Ing. A. HÄRRY, beide in ZÜRICH
Verlag und Druck der Genossenschaft „Züricher Post“
in Zürich I, Steinmühle, Sihlstrasse 42
Telephon 3201 Telegramm-Adresse: Wasserwirtschaft Zürich

№ 11

ZÜRICH, 10. März 1911

III. Jahrgang

Inhaltsverzeichnis

Wirtschaftliche Bedeutung hydraulischer Wasserakkumulierungsanlagen (Schluss). — Die Schifffahrt von der Rhone bis zum Rhein. — Wasserbauten in der Schweiz im Jahre 1910. — Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband. — Wasserrecht. — Schifffahrt und Kanalbauten. — Wasserkraftausnutzung. — Wasserwirtschaftliche Litteratur. — Geschäftliche Notizen.

Schweizer. Wasserwirtschaftsverband.

An die Mitglieder des
Schweizer. Wasserwirtschaftsverbandes!

Der Bodenseebezirksverein deutscher Ingenieure veranstaltet **Sonntag den 19. März, nachmittags 3 Uhr** im **Hotel St. Gotthard** in **Zürich** anlässlich seiner VI. Monatsversammlung einen

VORTRAG

von Herrn Direktor **L. Zodel** über

Grössere Hochdruck-Wasserwerke.

Zur Teilnahme an diesem Vortrage, an dem die in letzter Zeit zur Ausführung gelangten Hochdruckwasserwerke zur Besprechung und Darstellung gebracht werden, sind die Mitglieder des Verbandes freundlich eingeladen.

ZÜRICH, den 9. März 1910.

Der Vorstand des
Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes.

Wirtschaftliche Bedeutung hydraulischer Wasserakkumulierungsanlagen.

Vortrag von Ingenieur H. PETER, Zürich, an der Diskussionsversammlung des schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes vom 21. Januar 1911 in Zürich.

(Schluss.)

Als drittes Beispiel diene eine Studie für eine Wasserwerkanlage am Rhein bei Rheinsfelden unterhalb Eglisau, deren Projektierung im Jahre 1907 durch die Stadt Zürich betrieben wurde, von ihr aber aufgegeben ist und vom Kanton Zürich weiter verfolgt wird. Es handelt sich um ein Niederdruckwerk am Rheine mit einer mittleren Wassermenge von 200 Sekundenkubikmeter, verbunden mit einer Nebenanlage zum Ausgleich der täglichen Verbrauchsschwankungen vermittelt eines künstlichen Akkumulierungswerkes.

Das Projekt der Stadt Zürich disponierte die Normalleistung des Werkes für 18,000 hydraulisch effektive P. S. — 11,920 Kilowatt an den Generatoren. Vermittelt der Akkumulierungsanlage wird der Maximizeffekt um 11,200 P. S. auf 29,200 P. S. hydr. — 19,342 Kilowatt gesteigert.

Ohne die Akkumulierungsanlage ergeben sich folgende Kraftverhältnisse:

Die Abflussmenge des Rheines bei Eglisau beträgt im Jahresmittel 12,7 Milliarden m³, mittlere tägliche Abflussmenge = 404 m³/Sek. Das Einzugsgebiet des Rheines beträgt 14,000 km², die mittlere Regenhöhe in diesem Gebiete wird zu 1100 mm geschätzt, die berechnete Abflussmenge ist rund 80% der Regemengen. Zur Erzeugung des Maximizeffektes sind bei den vorliegenden Gefällsverhältnissen 205 m³

Wasser in der Sekunde erforderlich, das ist annähernd die Hälfte der mittleren Abflussmenge des Flusses. Bei den in Zürich im Dezember 1909 beobachteten Belastungsverhältnissen der Zentrale können nur 46% der täglich zur Verfügung stehenden Energiemengen ausgenutzt werden.

Der mittlere Verbrauch während eines Jahres ist 74% der grössten Tagesleistung. Daraus ergibt sich, dass von der Höchstleistung des Werkes nur $46 \times 0,74 = 34\%$ nutzbar gemacht werden können. Von den 205 m³/Sek., für welche die Maschinen gebaut werden, werden im Mittel nur 70 m³ benutzt, das sind rund 17% der mittleren, im Flusse vorhandenen Wassermenge. Diese Verhältnisse verbessern sich in erheblichem Masse durch die vorgeschlagene Akkumulierungsanlage. Unter der Voraussetzung, dass sich die Tagesverbrauchskurve bei Steigerung des Maximaleffektes proportional in linearem Verhältnis vergrössere, ergibt die graphische Darstellung auf der vorgewiesenen Zeichnung, dass zur Erzeugung eines Maximaleffektes von 19,300 Kilowatt eine mittlere Leistung der Generatoren von 11,000 Kilowatt ausreicht. Die sogenannte Spitze über der horizontalen Linie von 11,000 Kilowatt ist 35% der Fläche unter dieser Linie, das sind 10% weniger als der Nutzeffekt der Akkumulierungsanlage beträgt. Die Wassermenge von 205 m³/Sek. wird am Tage der Höchstbelastung voll ausgenutzt. Im Jahresmittel kommen 74% von 205 = 155 m³ zur Verwendung, das sind 39% der Mittelwassermenge des Flusses. Diese Rechnung ist nicht auf die günstigsten Verhältnisse basiert; zum Pumpen muss nur zirka 80% der disponiblen Energie verwendet werden, dabei verbleibt noch ein Überschuss von 920 Kilowatt. Die Akkumulierungsanlage gestattet eine Erhöhung der Leistung des Kraftwerkes um 60% und eine Verdoppelung der ausnutzbaren Wassermenge des Flusses. Die Kosten der hydraulischen Akkumulierungsanlage sind zu rund Fr. 1,600,000.— veranschlagt, ergibt pro Kilowatt des Maximaleffektes rund Fr. 200.—, ein Betrag, der geringer ist als die Erstellungskosten einer kalorischen Reserveanlage. Dazu kommen noch Ersparnisse an Betriebskosten, die bei der hydraulischen Anlage nur ganz klein sind, bei der kalorischen jedoch bis auf Fr. 150,000.— im Jahre ansteigen können. Noch günstiger als die Ausführung einer derartigen Akkumulierungsanlage ist die Verbindung des Niederdruckwerkes mit einem Hochdruckspitzenwerke, wie später bei Besprechung des ausgeführten Werkes Betznau-Löntschi hervorgehen wird. Ohne die Akkumulierungsanlage haben wir seinerzeit die Baukosten für eine installierte P. S. auf Fr. 500.— berechnet, mit ihr auf Fr. 350.—

Bei diesem Anlasse sei des schon öfters besprochenen Projektes einer Regulierung des Bodenseeabflusses gedacht, das nicht nur für die Kraftwerke, sondern auch für die Schifffahrt von

grosser Bedeutung sein könnte. Die Oberfläche des Bodensees misst 538,5 km², die Schwankung des Wasserspiegels vom ausserordentlichen Niederwasser zum ausserordentlichen Hochwasser ist 3,50 Meter, diejenige vom mittleren Sommerwasser zum mittleren Winterwasser 1,22 Meter. Wird eine Aufspeicherungsanlage durch Erstellung eines beweglichen Wehres am Ausflusse des Rheines bei Stein erstellt, welche eine Wasserhöhe von 1,22 Meter zurückhält, so entspricht dies einer Wassermenge von rund 675,000,000 m³. Dieses Wasserquantum ergibt eine Vermehrung des heutigen Niederwassers des Rheines um 126 m³/Sek., verteilt auf 60 Tage. Sollte es sich später darum handeln, die Niederwasser des Rheines im Interesse der Schifffahrt zeitweise noch stärker zu vermehren, so könnte man auch daran denken, nur an bestimmten Tagen des Jahres ein grösseres Quantum abfliessen zu lassen; es ist nicht notwendig, die 60 Tage auf 2 Monate zu verteilen, es liesse sich wohl einrichten, sie auf 4 Monate auszudehnen, ebenso wäre es möglich, zeitweise den Mehrabfluss über 126 m³/Sek. zu vergrössern, wenn er an andern Tagen wieder reduziert würde. Eine derartige Einrichtung ist jedoch nur mit einem beweglichen Stauwehr denkbar, für dessen Handhabung eine Verständigung der interessierten Staaten vorausgehen müsste. Hier liegt der Schwerpunkt der Sache. Die Uferanwohner verlangen einen möglichst tiefen Wasserstand in der Hochwasserperiode und die Wasserwerksinteressenten mindestens den Jahresmittelwasserstand. Es ist wohl möglich, einen gerechten Ausgleich der Interessen zu finden, aber sehr schwierig, die massgebenden Behörden zu einer Einigung und zur Durchführung stark eingreifender Neuerungen zu bringen.

Ein besonders schönes Beispiel eines rationellen Wasserhaushaltes zeigen uns die verbundenen Wasserwerke Beznau-Löntschi. Das Wasserwerk in der Beznau ist ein Niederdruckwerk an der Aare, das mit 4 Meter mittlerem Gefälle einer Niederwassermenge von 150 m³/Sek. und einer Normalleistung von etwa 10,000 P. S. arbeitet. Es ist mit einer starken Dampfreserve ausgerüstet. Das später erstellte Löntschwerk verfügt über ein Nettogefälle von 330—355 Meter und eine Wassermenge von 10 m³/Sek. Der Maximaleffekt ist auf 36,000 P. S. berechnet. Die mittlere zur Verfügung stehende Wassermenge ist 126,000,000 m³ im Jahre (89,5% der beobachteten Regenmenge). Zur Ausgleichung der Jahresverbrauchsschwankungen dient der Klöntalersee, der bei einer Amplitude der Spiegelschwankungen von 22,5 m Höhe einen nutzbaren Raum von 45,000,000 m³ enthält = 35,6% der mittleren Jahreswassermenge. Zur Erzeugung von einer Kilowattstunde ist 1,57 m³ Wasser erforderlich, mit 105,000,000 m³ werden im Jahre 67,000,000 Kilowattstunden erzeugt. Für eine 24-stündige Kraftergabe sich ein Effekt von 7650 Kilowatt, bei 11-stün-

diger Ausnutzung 16,690 Kilowatt, bei 2500 Stunden Ausnutzung im Jahre 26,700 Kilowatt. Das Beznauwerk für sich allein kann im günstigsten Falle ohne Zuhilfenahme der Dampfreserve 9000 Kilowatt effektiv erreichen. Es würde dies einer Jahresabgabe von $22\frac{1}{2}$ Millionen Kilowattstunden entsprechen. Die Kombination mit dem Löntschwerk erlaubt nun, das Beznauwerk beständig voll auszunutzen, es steigert sich damit dessen Leistung auf 48 Millionen Kilowattstunden im Jahre und die Leistung der kombinierten Werke auf 115 Millionen Kilowattstunden.

Der Maximaleffekt der beiden einzelnen Werke würde $9000 + 26,700 = 35,700$ Kilowatt betragen. Der Maximaleffekt der kombinierten Werke dagegen kann gesteigert werden auf

$$\frac{115,000,000}{2500} = 46,000 \text{ Kilowatt.}$$

Es ergibt sich daraus, dass ohne wesentliche Mehrkosten eine Steigerung des Effektes um 10,300 Kilowatt erzielt worden ist, lediglich dank des Umstandes, dass das Löntschwerk mit einer so vorzüglichen Wasserausgleichungsanlage versehen ist. Über die Baukosten dieser Ausgleichungsanlage stehen mir keine genauen Anhaltspunkte zur Verfügung. Ich schätze sie auf zirka 15 Cts. pro m³ des nutzbaren Wasserraumes, ein Preis, der sehr niedrig ist und demzufolge ausserordentlich günstige Verhältnisse schafft.

Die Beispiele für künstliche Anlagen zur Aufspeicherung von Energie liessen sich vermehren. Das älteste ist dasjenige der Stadt Zürich, die schon im Jahre 1882 zur Kraftverteilung im Industriequartier eine Triebwasseranlage schaffte, die später für das städtische Elektrizitätswerk sehr gute Dienste leistete. Eine ähnliche Einrichtung besitzt das Wasserwerk Ruppoldingen, in neuerer Zeit auch das Wasserwerk Schaffhausen. In Parallele mit dem Beznau-Löntschwerke steht die Verbindung der Kander- und Hagneckwerke. Ich verweise sodann noch auf die in jüngster Zeit in der „Schweizerischen Wasserwirtschaft“ behandelten Projekte von Direktor Nizzola an der Sihl und Lorze¹⁾ und auf das Projekt der Ausnutzung der Wasserkräfte des Oberengadins durch Benutzung des Silsersees.

Ein ganz grosszügiges Projekt muss ich noch erwähnen; das sind die vom badischen Staate projektierten Kraftwerke an der Murg, welche in der „Schweizerischen Wasserwirtschaft“ ebenfalls schon behandelt worden sind²⁾. Beim badischen Murgwerke kommt eine besondere Eigentümlichkeit zur Geltung, die es verdient, noch näher beleuchtet zu werden. Ein erster Entwurf stammt von Professor Rehbock

in Karlsruhe, der darauf ausgeht, im Gebiete des württembergischen und badischen Murgtales in stufenweiser Anordnung sechs verschiedene Kraftwerke je mit grossen Stauseen auszuführen. Die Murg ist ein Gewässer mit ungefähr gleichen Wasser- und Gefällsverhältnissen wie die Sihl bei Zürich. Ihre Ausnutzung zu Kraftzwecken ist wie bei der Sihl auf rationellem Wege nur denkbar, wenn grosse Stauseen errichtet werden können. Die Möglichkeit liegt dank vorzüglicher geologischer Verhältnisse vor und es ergeben sich damit nicht nur grosse, sondern auch billige Wasserkräfte. Im Gegensatz zu Professor Rehbock hat die Generaldirektion der badischen Staatseisenbahnen ebenfalls Projekte ausgearbeitet, die jedoch nur auf Ausnutzung des badischen Gefälles der Murg hinzielen und sich von dem Projekte Rehbock in wesentlichen Beziehungen unterscheiden. Rehbock fasst die Murg unterhalb Erbersbrunn, leitet sie in einen Stollen bis Forbach, wo mit zirka 150 Meter Gefälle ein Kraftwerk errichtet wird. Ein Seitenfluss der Murg, die Raumünzach, wird durch eine zirka 50 Meter hohe Talsperre aufgestaut, ein erstes Kraftwerk am Fusse dieser Talsperre errichtet, ein zweites bei der Kreuzung des Murgstollens mit der Raumünzach. Die Abwasser gehen in den Murgstollen und von dort zum Kraftwerk bei Forbach. Die zu Zeiten höherer Wasserstände und tagsüber nicht direkt benutzte Wassermenge der Murg wird zum Pumpen von Wasser in das Staubecken der Raumünzach verwendet. Eine gleiche Anlage wird im Gebiete des Schwarzenbaches erstellt, mit Kraftwerk bei Forbach.

Im Gegensatz zum Projekte von Rehbock wird von der Generaldirektion das Murgwerk bereits mit Tagesausgleichung ausgebaut, vermittelt einer Einrichtung, die derjenigen des Albulawerkes ähnlich ist. Das Kraftwerk kommt nach Forbach wie bei Rehbock. Die beiden Staubecken bei Raumünzach und Schwarzenbach werden beibehalten, durch einen Druckstollen verbunden und es erfolgt die Ableitung des Wassers zum ersten Kraftwerke bei Forbach. Das nutzbare Gefälle ist zirka 300 Meter. Die beiden Staubecken haben zusammen einen nutzbaren Inhalt von 25,6 Millionen m³. Der Wasserhaushalt ist bei diesem Projekte vorzüglich, dank der ausgleichenden Wirkung der beiden hochliegenden Staubecken. Ein Kraftausfall bei Wasserklemme wird durch schon vorhandene Dampfzentralen in Mannheim und Karlsruhe gedeckt. Genaue Berechnungen haben gezeigt, dass diese Art der Schaffung von Reservekraft billiger ist als das Hinaufpumpen von Wasser nach Projekt Rehbock, obwohl das Anlagekapital für das Pumpwerk relativ klein wäre. Die Leistungsfähigkeit der ganzen Kraftwerksanlage wird auf 131,4 Millionen P. S.-Stunden bei einem Maximaleffekt von 45,000 P. S. berechnet. Das Anlagekapital für den hydraulischen Teil ist auf Fr. 27,000,000 veranschlagt. Die Gestehungskosten der Kraftereinheit betragen bei reich-

¹⁾ „Schweizerische Wasserwirtschaft“, II. Jahrgang, Nr. 23 und 24, III. Jahrgang Nr. 1 und 2.

²⁾ „Schweizerische Wasserwirtschaft“, II. Jahrgang, Nr. 13 und 14.

licher Verzinsung und Amortisation des Kapitals im Vollausbau nur 2,22 Cts. pro Kilowattstunde ab Zentrale, inklusive Kosten der Dampfreserve.

Vorbedingungen zur Errichtung künstlicher Stauseen.

Wo es sich um Aufspeicherung grosser Wassermassen in hochliegenden Tälern handelt, muss meist zur Erstellung grosser und hoher Staumauern geschritten werden. Mit Erddämmen und billigeren Hilfsmitteln kommt man nur in seltenen Fällen zum Ziele. Über die grösste zulässige Höhe von Erddämmen gehen die Ansichten noch auseinander. In Deutschland und Frankreich verbleibt man bei zirka 20 Meter, während England und Amerika sich vor 30 Meter Höhe und mehr nicht scheuen. Erddämme können auf guter Sohle mit undurchlässigem Material, wenigstens mit einem Lehmkern, erstellt werden. Staumauern dagegen müssen auf Fels fundiert werden. Die grösste Höhe der von Intze ausgeführten Staumauer der Urftalsperre beträgt 58 Meter, diejenige der Talsperre für die Wasserversorgung der Stadt New York am Croton-Flusse 90,5 Meter. Damit dürfte die Grenze der zulässigen Höhe erreicht sein.

Die Gelegenheiten zur Errichtung derartiger Stauwerke sind in der Schweiz nicht so ausserordentlich zahlreich, sie bieten sich im Mittelgebirge viel häufiger als im Hochgebirge. Im badischen Schwarzwald z. B. sind die geologischen Verhältnisse besonders günstig das ganze Einzugsgebiet ist bewaldet, eine Geschiebeführung ist nicht zu befürchten, die Abwitterung und der Schlammtransport, der die Stauseen mit den Jahren ausfüllt, ist gering. In unsern Hochgebirgstälern haben wir häufig mit schwierigen Fundationsverhältnissen zu kämpfen, oder mit starker Geschiebeführung der Flüsse. Das Gefälle unserer Täler ist sehr stark, der nutzbare Stauraum daher meist klein im Verhältnis zu den Kosten der Staumauer.

Vom wirtschaftlichen Standpunkte aus kommen die Kosten der Stauseen besonders in Betracht. Ich erwähne hier zur Vergleichung:

	Inhalt m ³	Kosten per m ³
Urftalsperre	45,5 Mill.	11 Cts.
Sengbach oberh. Glüder	3 „	80 „
Hennental	9,6 „	34 „
Diverse kleinere Anlagen an der Wupper		90 Cts. bis Fr. 5.30
Kubelwerk		53 Cts.
Projektiertes Etzelwerk	96,5 Mill.	10 ¹ / ₂ „

Bei einem durchgeführten Beispiel in einem Hochgebirgstale bin ich auf Kosten der Staumauer von 4—5 Millionen Franken gekommen und auf einen nutzbaren Inhalt von nur 2—3 Millionen m³, ergibt pro m³ Fr. 1.50 bis 2.—.

Mit der Grösse des verfügbaren Stauraumes wächst das Verhältnis der gesamten Zuflussmenge

zur Menge des wirklichen, in der Wasserwerksanlage ausgenutzten Wassers. In unsern klimatischen Verhältnissen schwanken die jährlichen Abflussmengen in einer längern Periode annähernd im Verhältnis von 1:2. Zur vollständigen Ausgleichung dieser Schwankungen ist ein Stauraum erforderlich, der das 1,2-fache der mittleren Jahresabflussmenge hält. Hat der Stauraum nur einen Inhalt gleich der Hälfte der Jahresabflussmenge, so können 87% der mittleren Wassermenge nutzbar gemacht werden. Ist der Inhalt des Stauraumes 10% der Jahresabflussmenge, so können 50% derselben ausgenutzt werden.

Die erforderliche Menge des aufzuspeichern den Wassers für ein Kraftwerk ist abhängig von dem disponiblen Gefälle und der Benutzungsdauer der Energie während eines Jahres. Beispiel:

Gefälle 400 Meter	
Jahresausnutzung der Kraft 2500 Stunden	
Erforderliche Wassermenge zur Erzeugung von 1 Kilowattstunde	1,3 m ³
Wassermenge während eines Jahres	3250 „
pro installiertes Kilowatt.	
Hievon aufzuspeichern annähernd	1600 „

Dient die gleiche Aufspeicherungsanlage für ein sogenanntes Spitzenwerk, dessen Betriebszeit nicht mehr als 500 Stunden im Jahr beträgt, so sind aufspeichern:

$$500 \times 1,3 = 650 \text{ m}^3 \text{ pro installiertes Kilowatt.}$$

Stehen nur 100 statt 400 Meter Gefälle zur Verfügung, so ist das vierfache der oben berechneten Wassermenge erforderlich.

In günstigen Verhältnissen werden im schweizerischen Hochgebirge Kraftwerke ausgeführt mit einem Anlagekapital von zirka Fr. 500.— pro installiertes Kilowatt. Um die Konkurrenz mit kalorischen Anlagen auszuhalten, darf für die Wasseraufspeicherung nicht mehr ausgegeben werden als etwa Fr. 200.— pro installiertes Kilowatt, wenn es sich um Spitzenwerke handelt. Es ergibt sich daraus, dass die Wirtschaftlichkeit derartiger Anlagen begrenzt wird durch die Kosten des Stausees, die 30—40 Cts. pro m³ des nutzbaren Raumes bei 400 Meter Gefälle nicht übersteigen dürfen.

Rechtliche Verhältnisse.

Zurzeit bestehen noch grosse Lücken in der Wasserrechtsgesetzgebung der einzelnen Kantone und namentlich grosse Unsicherheit über die Art und Weise der Berechnung der Konzessionsgebühren und der Verhältnisse bei Wasseraufspeicherungsanlagen. Wir erwarten von einem eidgenössischen Gesetze, dass es Abhilfe für offenbare Mängel schaffe. Gleich wie die Entwicklung von Handel und Industrie in einem Staate von der Rechtssicherheit, die dieser Staat bietet, in hohem Masse

abhängig ist, so ist auch die weitere Entwicklung des Wasserwirtschaftswesens unseres Landes abhängig von der Gesetzgebung.

In den Gesetzen einiger Kantone wird z. B. bestimmt, dass die zu versteuernde Wasserkraft ermittelt werde aus der Mittelwassermenge und dem zur Verfügung gestellten Gefälle. Wird die Mittelwassermenge als arithmetisches Mittel der Jahresabflussmengen angesehen, so liegt darin eine Ungerechtigkeit, weil nur bei grossen künstlichen Stauanlagen eine so grosse Wassermenge ausgenutzt werden kann; ohne Stauanlage ist höchstens die Hälfte des Quantum nutzbar. In dieser Beziehung ist das zürcherische Gesetz klarer, das die Festsetzung des in Rechnung zu setzenden Wasserquantums bei der Verleihung vornimmt. Wieder undeutlicher ist die Redaktion im Vorentwurf zum eidgenössischen Wasserrechtsgesetz, wo in Art. 66 beantragt wird:

„Die Leistung eines Kraftwerkes ist nach einem Mittelwerte des ausgenutzten Wasserquantums und Bruttogefälles und nach dem Wirkungsgrad der Turbinen von 75% zu berechnen.“

Auch der neue Vorschlag der grossen Expertenkommission befriedigt nicht; er lautet:

„Die Leistung eines Kraftwerkes ist nach der aus einem Mittelwert der ausgenutzten Wassermenge und des Bruttogefälles ermittelten theoretischen Bruttokraft zu berechnen.“

Ist damit die wirklich ausgenutzte Wassermenge, die mit der Belastung des Werkes schwankt, gemeint, oder die der Gesamtleistung der Turbinen des Kraftwerkes entsprechende Wassermenge? Das richtige scheint mir zu sein, die Verhältnisse bei Erteilung der Konzession wie im zürcherischen Wasserrechtsgesetz zu ordnen. Für schon bestehende Wasserwerke müsste die wirtschaftliche nutzbare Wassermenge in Betracht gezogen werden.

Die rechtlichen Verhältnisse bei Schaffung von Stauseen sind im zürcherischen Gesetze vorgesehen. Nach § 26 dieses Gesetzes sind die unterhalb liegenden Gewerbebesitzer, die aus Weihern, Stauwehren und andern Wasserbauten Vorteile ziehen, pflichtig, nach Massgabe des wirklichen Vorteiles, der ihnen aus den Anlagen erwachsen wird, an die Kosten des Unternehmens beizutragen, jedoch nicht mehr als 25% des Wertes ihrer Wasserwerke. Diese sehr gute Bestimmung ist im Vorentwurf des eidgenössischen Wasserrechtsgesetzes verwässert; es heisst einfach, dass die Inhaber von Verleihungen, die aus Korrekturen, Aufspeicherung und andern Anlagen des Gemeinwesens besondere Vorteile ziehen, an die Bau- und Unterhaltungskosten entsprechend beitragen, sei es in Form von einmaligen oder von jährlichen Beiträgen, sofern diese Beiträge ihre Leistungsfähigkeit nicht übersteigen. Ich halte die Bestimmungen des zürcherischen Gesetzes für deutlicher. Es mag gut sein, wenn die Maximalhöhe derartiger Beiträge im

Gesetz festgelegt wird, weil sehr häufig die grössten und schönsten derartigen Werke in mehreren Kantonen liegen, denen es an einheitlichen Bestimmungen mangelt. Ich erwähne nur das Etzelwerk, wo der Stausee ganz in das Gebiet des Kantons Schwyz fällt, das Gefälle des Flusses sich jedoch auf die drei Kantone Schwyz, Zug und Zürich verteilt.

Es wäre im fernern erwünscht, wenn die eidgenössische Gesetzgebung Grundsätze über die Steuerpflicht von Unternehmungen von grossen Wasserwerkenanlagen, die in mehreren Kantonen liegen, aufnehmen könnte.

Technische Wünsche.

Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Wasserwerkprojektes, das heisst seiner Konkurrenzfähigkeit mit andern Arten der Krafterzeugung, erfordert eine genaue Kenntnis der technischen und rechtlichen Verhältnisse. In ersterer Hinsicht sind ausser den durch Vermessung und Sondierung leicht zu konstatierenden Terrainverhältnissen insbesondere die Kenntnis der zur Verfügung stehenden Wassermengen und ihrer jahreszeitlichen Verteilung erforderlich. In sehr aner kennenswerter Weise arbeitet die schweizerische Landeshydrographie in diesem Sinne. Ein grosses Netz von Regenmess- und Pegelstationen besteht in unserm Lande. Fortwährend wird die Wassermenge der grössern Flüsse gemessen und es werden Nivellements der Flussläufe aufgenommen und ausgearbeitet. Für Wasserwerkprojekte an grössern Flüssen wird auf diesem Wege ein sehr zuverlässiges und reichliches Material geliefert. Dagegen stösst man häufig auf Lücken, wenn es sich um kleinere Flussläufe handelt, die bisher weniger beachtet wurden. Es kann der schweizerischen Landeshydrographie nicht zugemutet werden, sich auch mit diesem zu befassen. Es ist dies wohl Sache der Kantonsregierungen und ihrer Organe, denen Opfer zugemutet werden dürfen im Hinweisse darauf, dass die Nutzbarmachung der Wasserkraft in den einzelnen Kantonen in ihrem eigenen Interesse liegt.

Was uns noch fehlt, sind systematische Beobachtungen mittlerer und kleiner Wasserläufe, deren Kraftausnutzung schon vollzogen ist oder in Aussicht steht. Es genügen hier gelegentliche Messungen durch die Führer der Wasserrechtskataster durchaus nicht, sondern es ist notwendig, systematisch täglich und jahrelang fortgesetzte Beobachtungen auszuführen, um die wirklichen Wasserverhältnisse kennen zu lernen. Nichts ist irreführender als der Versuch, die Wassermenge eines Gewässers aus der Regenmenge im Einzugsgebiet abzuleiten. Man mag wohl in der Gesamtmenge während eines Jahres zu annähernd richtigen Ziffern gelangen, nicht aber bei Verteilung der Abflussmengen auf die einzelnen Monate. Es wäre verdienstlich, den Gesetzen der Abhängigkeit von Regenmenge und Abflussmenge in der

jahreszeitlichen Verteilung weiter nachzuforschen. Weiter wünschbar sind systematische Beobachtungen über Verdunstung des Wassers in den verschiedenen Höhen und bei verschiedenen Kulturarten der Oberfläche. Auch die Verdunstung des Wassers in offenen Gerinnen und Seen ist noch zu wenig bekannt. Alle diese Elemente zusammen geben uns erst ein deutliches Bild des Wasserhaushaltes in der Natur.

* * *

Ich schliesse damit meine Betrachtungen, wohl wissend, dass es nicht möglich war, in gedrängter Weise meine Aufgabe vollständig zu lösen. Ich gebe mich aber der Hoffnung hin, dass trotzdem meine Anregungen auf fruchtbaren Boden fallen werden. Die weitere Ausnutzung der schweizerischen Wasserkräfte, namentlich derjenigen im Gebirge, hängt zum guten Teile davon ab, wie die Frage der Aufspeicherung der Energie in jedem einzelnen Falle gelöst wird. Sie ist von ganz eminenter Bedeutung für die zukünftige Elektrifizierung unserer Bahnen, die ohne solche Einrichtungen auf hydraulischem Wege überhaupt nicht denkbar ist. Es ist notwendig, dass die massgebenden Kreise sich fortwährend mit diesen Fragen befassen und namentlich auch mit der angeregten systematischen Beobachtung der in Betracht fallenden Wasserläufe.



Die Schifffahrt von der Rhone bis zum Rhein.

Wir haben in Nr. 8. der „Schweizerischen Wasserwirtschaft“ vom 25. Januar 1911 berichtet, dass sich am 18. Januar in Biel eine neue Sektion des Rhone-Rhein-Schifffahrtsverbandes gebildet habe. An der Versammlung haben die Ingenieure Autran, Genf, Lüchinger und Bertschinger über die Schifffahrt von der Rhone bis zum Rhein Referate gehalten, die vorzüglich über dieses Problem der schweizerischen Binnenschifffahrt orientieren. Die Herren hatten die Freundlichkeit, uns ihre Ausführungen zur Verfügung zu stellen; wir lassen sie hier in extenso folgen.

* * *

La voie navigable du Rhône au Rhin.

Par G. AUTRAN, Ingenieur, Genève.

Introduction.

Si l'on jette un regard sur la carte des voies navigables de l'Europe centrale, on est frappé tout d'abord par la situation spéciale de notre petit pays, dont le plateau central est baigné sur toute sa frontière nord par le cours du Rhin et le lac de Constance, et dont l'extrémité sud-ouest touche aux rives du lac Léman.

Les bassins de l'Aar, de la Reuss et de la Limmat ont ainsi, par leur situation géographique, un marché naturel ouvert au Nord sur la vallée du Rhin, avec Bâle comme port intérieur d'entrée, et Rotterdam comme port maritime.

Le bassin du Léman d'autre part, avec la Haute-Savoie et le pays de Gex, possèdent leur centre d'alimentation naturel dans la vallée du Rhône, avec Genève comme port intérieur-frontière, et Marseille au Sud-Ouest comme port maritime.

Ces deux marchés se pénètrent l'un l'autre, et l'on peut en conclure qu'au point de vue économique toutes les voies de communications, voies ferrées ou navigables qui peuvent les relier efficacement, contribuent à provoquer une émulation entre les centres de production extérieurs qui alimentent la Suisse depuis la mer, et les établissements industriels ou commerciaux de notre pays qui cherchent à écouler leurs produits soit vers le Nord, soit vers le Sud-Ouest.

Mais en dehors de ces considérations d'intérêt local qui dominent l'organisation du trafic interne, il faut aussi apprécier la valeur considérable qui peut s'attacher au trafic international, au transit, si l'on donne à nos communications de toute nature des avantages suffisants pour leur assurer la préférence dans les relations extérieures.

Au point de vue des chemins de fer, nous pouvons dire que la ligne Genève-Bienne-Zurich-Rorschach constitue une voie internationale de premier ordre, qui demanderait seulement une amélioration, facile à réaliser, dans ses conditions d'exploitation, afin de conserver à notre réseau national le trafic Bâle-Lyon, et même Munich-Lyon, qui tend de plus en plus à nous échapper.

En ce qui concerne les voies d'eau, la liaison du Rhône au Rhin existe déjà par Lyon, Besançon, Mulhouse et Strassbourg, avec l'embranchement de Huningue près de Bâle; on peut donc se demander s'il est judicieux de chercher à créer une nouvelle voie navigable à travers la Suisse, par Genève-Yverdon-Bienne-Soleure et Aarau jusqu'au Rhin.

Il résulte d'une étude que nous avons entreprise pour apprécier la valeur comparative de la voie navigable Marseille-Lyon-Mulhouse-Bâle, par la France, et de la voie Marseille-Lyon-Bienne-Bâle, par la Suisse, que l'avantage reste incontestablement à cette dernière.

Ce résultat est dû à différentes causes, que nous allons énumérer brièvement:

1^o Sur le trajet de Lyon à Bâle par Mulhouse, il y aurait à franchir 137 écluses; sur le même trajet par la Suisse il n'y en aura que 50, d'où une économie de temps notable dans la durée du trajet et une réduction correspondante des frais généraux.

Le trajet total Marseille-Bâle comporte en effet 25 journées de navigation de 13 heures par Mulhouse, et 16^{1/2} journées seulement par Bienne.