

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

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 1 (1908-1909)

Heft: 21

Artikel: Der natürliche Wasserhaushalt im Silser See und die Abflussverhältnisse des Inn bei Sils-Baseglia (Oberengadin)

Autor: Hilgard, K.E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-920192>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

unmotiviert starke Kostenbelastung der Schweiz für die Schiffbarmachung des Rheines, dann die Aufwendungen für die Häfen, welche mit der Schiffbarmachung selber nichts zu tun haben, und anderes mehr in Abrechnung gebracht werden, so wird das Schlussergebnis sich mit der hier angeführten Summe von 93 Millionen Franken annähernd decken. Es hat so das Gutachten nach der Seite der technischen und finanziellen Abklärung der schweizerischen Binnenschiffahrtsfrage das Gute zur Folge gehabt, dass die Lösung dieser Aufgabe durchaus gesichert dasteht.

Es wird sich aber des weiteren zeigen, dass auch in wirtschaftlicher Hinsicht ein schweizerisches Wasserstrassennetz sich nicht nur rechtfertigt, sondern geradezu für die Erhaltung der wirtschaftlichen Integrität des Landes, für die Erschliessung neuer produktiver Quellen, der Zunahme der Bevölkerung entsprechend, eine Lebensfrage bildet.

Dies nachzuweisen, ist die Aufgabe eines weiteren Aufsatzes.



Der natürliche Wasserhaushalt im Silser See und die Abflussverhältnisse des Inn bei Sils-Baseglia (Oberengadin).

Von Prof. K. E. HILGARD, Ingenieur-Consultent in Zürich.

I.

Vor kurzer Zeit ist das Zschokke-Lüscherische Projekt der Ausnutzung der Wasserkraft der Orlegna und Maira im Bergell unter Benutzung des Silser Sees als Sammel- und Ausgleichbecken in den Tagesblättern, namentlich des Kantons Graubünden, sehr viel und nicht stets objektiv besprochen worden. Die Regierung dieses Kantons hat beschlossen, die rationelle Ausbeutung der Wasserkräfte des Silser Sees und seiner Zuflüsse, sowie der Gewässer des Bergells, gemeinsam mit der Rhätischen Bahn, in technischer und volkswirtschaftlicher Hinsicht, unter Wahrung der kantonalen Interessen und speziell derjenigen des Engadins und Bergells, durch eine dreigliedrige Kommission prüfen zu lassen, und ihr weiteres Vorgehen in der Genehmigung der von den Gemeinden zu erteilenden Konzessionen, auf die Ergebnisse einer solchen Prüfung abzustellen. Zum Zweck einer gewissenhaften Prüfung und Beurteilung der Vor- und Nachteile des Projektes, und Abwägung der vom Engadin zum Teil verfrüht erhobenen und noch unmotivierten, zum Teil aber auch berechtigten Bedenken, werden noch weitgehende Vervollständigungen des vorhandenen Karten- und Planmaterials, sowie Wassermessungen, Beobachtungen von Niederschlagsmengen, Verdunstungshöhen und topographische Aufnahmen, aber auch Bodenuntersuchungen und Feststellungen geologischer Natur, nebst physikalischen und chemischen

Versuchen mit dem Wasser des Silser Sees und seiner Zuflüsse, wie auch der Orlegna, Maira und des Fexbaches, und ausserdem Profilierungen der beabsichtigten Dämme und Kunstbauten an Ort und Stelle erforderlich sein. Immerhin liegen für die aus dem Silser See durchschnittlich und zu gewissen Jahreszeiten abfliessenden Wassermengen die Resultate einiger sehr genauer Messungen vom Eidgenössischen hydrometrischen Bureau, und zuverlässige Beobachtungen der täglichen Schwankungen der Wasserstände des Silser Sees seit dem Jahre 1897 vor. In der das Zschokke-Lüscherische Projekt erläuternden Broschüre vom Jahre 1905 sind einige Angaben über Messungen der Abflussmengen während der ausserordentlich hohen Seestände im Jahre 1900 und 1901 enthalten, die wertvoll sind, obwohl sie weder auf gleiche Wichtigkeit noch Genauigkeit Anspruch erheben können, wie diejenigen des Eidgenössischen hydrometrischen Bureaus, welche bei niedrigeren Wasserständen mittels kontrollierter Flügelinstrumente gemacht, und mehrmals wiederholt wurden. Die Lüscherischen Messungen vom Jahre 1900 und 1901 wurden nur mit Oberflächenschwimmern vorgenommen. Die Resultate all dieser Messungen lassen mit ziemlicher Genauigkeit feststellen, wie viel Wasser durchschnittlich bei jedem, oder wenigstens, was am wichtigsten ist, bei jedem niedrigeren als dem mittleren Pegelstand des Sees und vergleichsweise in jedem Monat des Jahres bisher aus dem See abgeflossen ist. Daraus kann mit genügender Sicherheit geschlossen werden, welche Wassermengen bei jedem Pegelstand des Sees auch künftig an dessen Ausfluss bei Sils-Baseglia im Inn zu belassen sein werden, falls das Oberengadin darauf bestehen sollte, dass zu keiner Zeit des Jahres irgend ein Teil der ganz nutzlos abfliessenden, oder zeitweise sogar Schaden stiftenden Hochwasser des Inns, eventuell auch des Fexbaches, nach dessen Ableitung in den Silser See, in das Bergell abgeleitet werde, auch falls dies ohne bemerkenswerte Trübung des Silser Sees geschehen kann. Rein technische und wasserwirtschaftliche Gesichtspunkte müssten ja dazu führen, diese Verwendung eines Teiles der überflüssigen Hochwasser des Engadins in der angedeuteten Weise zu erstreben, falls die Prüfung des Projektes die Möglichkeit ergeben sollte, eine Ausnutzung im Bergell mit einem bedeutenden finanziellen Vorteil für das Ober-Engadin sowohl wie für das Bergell oder gegen Abgabe von elektrisch übertragener Energie an beide Talschaften, aber namentlich an St. Moritz, Campfer, Silvaplana, Sils-Maria und Baseglia zu gestatten. Diese Erwägung stützt sich auf die Tatsache, dass für eine Ausnutzung derselben Wassermenge zur Krafterzeugung im Ober-Engadin nur das Gefälle zwischen dem Campferer-See und dem Fusse der Innenschlucht bei St. Moritz, also etwa bis Islas bei Cresta mit zirka 67 m, und zwar nur in zwei vollständig getrennten Stufen, für eine Ausnutzung im Bergell

aber das Gefälle zwischen dem Silser See und Castasegna, das etwa 1100 m beträgt, in drei bis höchstens vier Stufen, in Betracht kommt. Auch um das Wasser des Inn mittels des fünfzehnmal kleineren Gefälles wirtschaftlich auszunutzen, das heisst eine Vermehrung der Abfluss- oder Betriebswassermengen im Winter zu erzielen, müsste zu einer entsprechenden Aufstauung beziehungsweise Absenkung des Silser- eventuell auch Silvaplanner- und Campferer-Sees geschritten werden.

Immerhin fallen aber für das Engadin ganz andere Gesichtspunkte in die Wagschale. Mit vollem Recht müssen die Engadiner darauf bestehen, dass ihr wertvollstes Wirtschaftsgut, die Naturschönheit der Gegend, mit ihrer Perlenkette von Seen, voraus dem Silser See, und die Vorzüglichkeit des Klimas nebst der Ergiebigkeit und der Heilkraft der Gewässer in keiner Weise beeinträchtigt werden, denn zur Belebung des Touristenverkehrs und der Kurorte sind dort gewaltige Summen investiert, zu denen die finanziellen Erträge einer Ausnutzung der Wasserkraft in keinem Verhältnis stehen würden. Auf alle Fälle ist die Feststellung der Abflussmengen aus dem Silser See (zirka 1800 m über Meer) in den Inn bei Sils-Baseglia von all den genannten Gesichtspunkten aus betrachtet von sehr grosser Wichtigkeit. In der das Zschokkelüscherische Projekt erläuternden Broschüre, und in jenem selbst sind Angaben enthalten, aus denen sich ergibt, dass die Konzessionsbewerber die durchschnittliche, jährlich aus dem Silser See in den Jahren 1897—1904 bei Sils-Baseglia abgeflossene Wassermenge im Winter zu 1,0, im Sommer zu 5,0 sek./m³ und im Jahr zu rund 3,00 sek./m³ bestimmt und diese Abflussmenge in ihrem Projekte berücksichtigt haben. Auf den ersten Blick muss im Vergleich zu Abflussmengen aus andern Hochgebirgsseen dieser verhältnismässig grosse Betrag überraschen, sofern das aus der Karte ersichtliche topographische, das heisst rein oberflächliche Einzugsgebiet und die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge über dem letztern allein in Beratung gezogen werden.

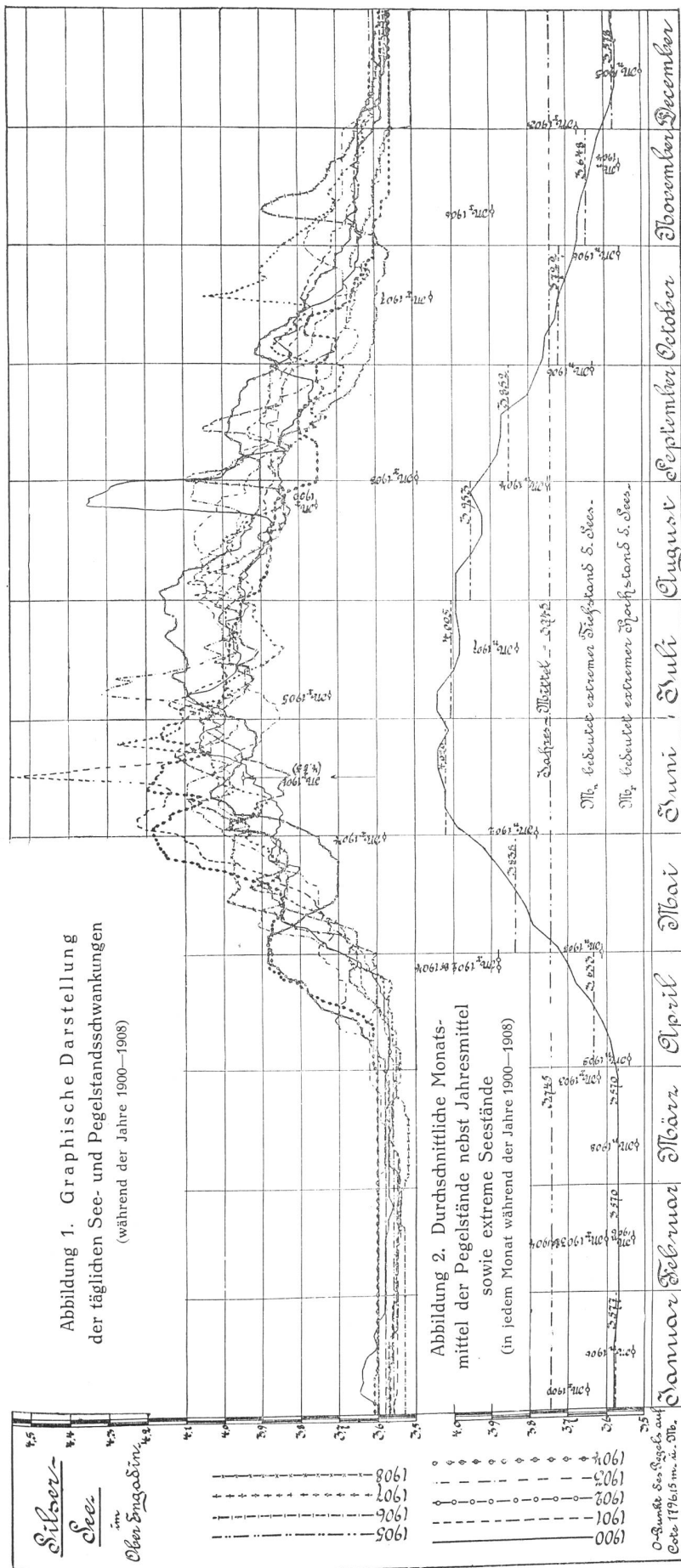
Dieses ganze Einzugsgebiet misst nach eigenen Berechnungen und einer Angabe des Eidgenössischen hydrometrischen Bureaus in Bern aufgerundet 46,5 km². Die genannte Abflussmenge ergäbe demnach einen sogenannten mittleren Abflusskoeffizienten von $\frac{3000}{46,5}$ = rund 64,5 Sekundenliter per km². Vergleichsweise betragen die durchschnittlichen jährlichen Abflussmengen aus dem gesamten Einzugsgebiet des Poschiavo-Sees (Kanton Graubünden), welches viel reichlichere jährliche Niederschlagsmengen aufweist, nur 33,5 Sekundenliter per km². Die des niederschlagreichsten Gebirgstales der Schweiz, des oberen Val Mesocco bei S. Giacomo im Kanton Graubünden (zirka 1200 m über Meer), höchstens 40 Sekundenliter per km². Umgekehrt müssen aber die durchschnittlichen jährlichen Niederschlagshöhen über

dem Einzugsgebiet des Silser Sees zu zirka 1,30 m und dagegen aber über demjenigen der Moesa bei S. Giacomo zu zirka 2,10 m angenommen werden. Diese Angaben von Niederschlagshöhen und Abflussmengen basieren auf den zuverlässigsten Angaben, welche von der meteorologischen Zentralanstalt in Zürich und dem Eidgenössischen hydrometrischen Bureau in Bern erhältlich waren. Vergleichsweise mögen hier auch die durchschnittlichen jährlichen Niederschlagshöhen für einige der für die Beurteilung der Einzugsgebiete des Silser- und Poschiavo Sees, sowie des Val Mesocco massgebenden Orte angeführt werden. Es betragen diese Niederschlagshöhen für:

St. Moritz	0,820 m	Bernina Pass	1,600 m
Sils Maria	0,973 m	Le Prese (Pusch-	
Maloja	1,000 m	lav) zirka	1,200 m
Soglio	1,396 m	Bernhardin	2,200 m
Castasegna	1,430 m	S. Giacomo	2,000 m

Die Niederschlagsmengen vom Silser See aufwärts gegen die nordwestlichen und südöstlichen Wasserscheiden hin nehmen zwar sehr rasch mit der Meereshöhe des Terrains zu. Immerhin wird aber die durchschnittliche Niederschlagsmenge für das ganze Einzugsgebiet des Sees im Jahresmittel nicht über 1,30 m veranschlagt werden dürfen. Eine Berechnung mittels der aus der Billwillerschen Isohyetenkarte der Schweiz konstruierten Querprofile des ganzen Einzugsgebietes ergab im Mittel für das letztere bloss 1,28 m. Die totale Niederschlagsmenge für das Einzugsgebiet würde bei der so reichlich angenommenen Niederschlagshöhe demnach $46,500,000 \times 1,30 = 60,450,000 \text{ m}^3 = \text{rund } 1,9 \text{ sek./m}^3$ betragen. Hievon dürften direkt verdunsten 25%, während über dem See allein, der allerdings nur eine Oberfläche von 4,300,000 m² (zirka auf Cote 1800 m über Meer), also kaum $\frac{1}{10}$ des Einzugsgebietes bedeckt, eine Verdunstungshöhe von mindestens 0,65 m, oder eine relative Verdunstung von zirka 50% der mittleren Niederschlagsmenge des ganzen Einzugsgebietes angenommen werden muss.

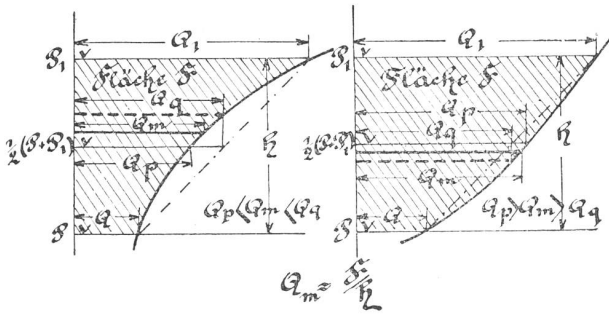
Dem See würden demgemäss zufließen: 75% von $60,450,000 = \text{rund } 45,400,000 \text{ m}^3$. Die erwähnte Verdunstung über der Seefläche ist wegen der vorherrschenden Winde im Sommer, aber auch im Winter wegen der intensiven Bestrahlung durch die Sonne nicht zu unterschätzen, namentlich nicht, weil der See als ein Sammelbecken benutzt werden soll, aus dem der vorstehenden Annahme gemäss im Laufe eines Jahres eine Wassermenge von $4,300,000 \times 0,65 = 2,800,000 \text{ m}^3$ oder durchschnittlich rund 0,09 sek./m³ zur Verdunstung gelangt. Ein weiterer Verlust an disponiblen Wasser wird dem See durch die im Dezember einsetzende Bildung einer Eisdecke entstehen, die alljährlich eine Stärke von mindestens 50 Zentimeter erreichen dürfte und erst völlig zu schmelzen beginnt, wenn auch die



übrigen Gewässer wieder reichlicher Wasser führen. Die Eiskecke würde also bei der Kraftgewinnung aus im See aufgespeichertem Betriebswasser im Winter als ein Verlust im Betrage von rund 2,000,000 m³ Wasser in Rechnung zu setzen sein. Da sie aber als Schmelzwasser im See nicht verloren geht, so kommt sie für den in der Natur vor sich gehenden Wasserhaushalt des Sees, der hier besprochen werden soll, nicht in Betracht. Die voraussichtlich durchschnittlich aus dem See bei Sils-Baseglia abfließende Wassermenge würde sich demnach aus den Niederschlägen und der Verdunstung auf 45,400,000 — 2,800,000 = 42,600,000 m³ oder = rund 1,35 sek./m³ taxieren lassen, also zu rund 70% der totalen Niederschlagsmengen oder rund 28 Sekundenliter per km². Aus genauen Messungen der tatsächlich abfließenden Minimal-Wassermengen durch das Eidgenössische hydrometrische Bureau bei ganz tiefem Seestand im März ergaben sich rund 0,25 sek./m³ und für mittlere Sommerhochwasser bei höheren Seeständen im Juni rund 5 sek./m³. Aus der Zschokkelüscherischen Broschüre geht hervor, dass bei extremen Seeständen vorübergehend 7,5, 8,5, 12 ja bis 16 m³ in der Sekunde abgeflossen sein sollen und können.

Aus den Beziehungen aller der gemessenen Abflussmengen und der jeweiligen Seestände wurde eine Abflussmengen-Kurve aufgezeichnet. Mit deren Hilfe wurden dann aus den jeweiligen Monatsmitteln der Pegelstände, die diesen entsprechenden Abflussmengen bestimmt, und aus diesen wiederum das Jahresmittel. In Abbildung 1 und 2 sind die täglichen Seestandsschwankungen und in Abbildung 2 die Änderungen der durchschnittlichen Monatsmittel aus den Pegelständen während der Periode von 1900—1908 graphisch dargestellt, unter Angabe der jeweiligen extremen Hoch- oder Tiefstände in jedem Monat in dieser Zeitperiode. Es ist einleuchtend, dass, falls die Abflussmengenkurve nicht geradlinig verläuft, die einem mittleren Pegelstand entsprechende Abflussmenge abweichen muss vom Mittel der wirklich abgeflossenen oder der durchschnittlichen Wassermenge, wie aus den

nebenstehenden Abbildungen 3 und 4 sehr deutlich hervorgeht. *)



Abbildungen 3 und 4.

Das Zeichen der Abweichung hängt vom Sinne der Krümmung der Abflussmengen-Kurve ab. Für zwei verschiedenartig gekrümmte Abflussmengen-Kurven sind die bei den Pegelständen P und P_1 abfliessenden Wassermengen jeweilen mit Q und Q_1 bezeichnet. Das Mittel aus diesen beiden Abflussmengen ist dann $\frac{Q + Q_1}{2} = Q_q$, die dem mittleren

Pegelstand $\frac{1}{2}(P + P_1)$ entsprechende Abflussmenge ist mit Q_p , das Mittel der durchschnittlich wirklich abgeflossenen Wassermengen ist dagegen mit Q_m bezeichnet. Dieses letztere ergibt sich nach Abbildung

3 und 4 aus dem Werte $\frac{F}{h} = Q_m$, da die schraffierten Flächen F , den totalen, während der Änderung des Pegelstandes von P in P_1 abgeflossenen Wassermengen proportional sind.

Es ist also weder der Mittelwert Q_q aus Q und Q_1 , noch die dem Mittelwert aus P und P_1 entsprechende Wassermenge Q_p gleich der mittleren durchschnittlich abgeflossenen Menge Q_m , denn es ist in Abbildung 3 $Q_q > Q_m > Q_p$ und in Abbildung 4 $Q_q < Q_m < Q_p$. Die jedesmalige Ermittlung von Q_m aus F und h ist umständlich. Beim Silser See besitzt die Abflussmengen-Kurve eine Krümmung im Sinne von Abbildung 3. Eine erste Berechnung mittelst der Grössen Q_p ergab einen Wert von rund $1,80 \text{ sek./m}^3$, die Berechnung mit den Werten Q_q ergab $1,90 \text{ sek./m}^3$. Ebenfalls ergab die Berechnung der zugeflossenen Wassermengen aus den Abflussmengen Q_p , der Änderung der Seestände und der Verdunstungsmengen über dem See den Wert $1,90 \text{ sek./m}^3$, oder die ganze im Vorigen ohne Verluste durch Verdunstung oder Versickerung für das Einzugsgebiet berechnete Niederschlagsmenge ($1,90 \text{ sek./m}^3 = 41 \text{ Sekundenliter km}^2$). Da bei gleichen Seeständen zu Anfang und Ende des Jahres die durchschnittliche Abflussmenge, vermehrt um die durchschnittliche verdunstete Wassermenge, gleich der durchschnittlichen Zuflussmenge sein muss, falls noch anderweitige Ver-

luste nicht in Betracht gezogen zu werden brauchen, so kann mit genügender Sicherheit geschlossen werden, dass der richtige Wert für die jährlich durchschnittlich abfliessende Wassermenge nicht viel von $1,90 \text{ sek./m}^3$ abweichen, und kaum als zu klein angenommen beurteilt werden dürfte. Die durchschnittlichen Monatsmittel der Pegelstände für die im Zschokke-Lüscherschen Projekt benützte Zeitperiode von 1897—1904 weichen im Maximum von denjenigen der den nachfolgenden Berechnungen zugrunde gelegten Zeitperiode von 1900—1908, um 2 cm , die Durchschnittswerte aus den Jahresmitteln nur um $0,5 \text{ cm}$ von einander ab. Den Berechnungen der durchschnittlichen jährlichen Zuflussmengen Z in sek./m^3 wurden zur besseren Kontrolle sowohl die Formel:

$$Z = (P_1 - P) \frac{f}{T} + V + V_1 + Q_q$$

wie auch die Formel:

$$Z = (P_1 - P) \frac{f}{T} + V + V_1 + Q_p$$

im Sinne der in Abbildung 3 und 4 erläuterten Bedeutung von Q_q und Q_p zugrunde gelegt, wobei f die Oberfläche des Seespiegels $4,3 \text{ km}^2$, T die Anzahl von Sekunden im Zeitintervall der Pegelstandsänderung ($P_1 - P$), V die in dem gleichen Zeitintervall über dem Seespiegel sekundlich verdunstete, V_1 die dem Seebecken sekundlich etwa durch Versickerung entzogene Wassermenge bedeutet. Bei steigenden Seeständen wird das erste Glied auf der rechten Seite positiv, bei fallenden Seeständen dagegen negativ werden. Die Grösse V_1 wurde auf Grund der weiteren Ergebnisse der Berechnung als jedenfalls nur sehr unbedeutend ganz vernachlässigt. Die maximalen Zuflüsse im Sommer ergaben sich, auf diese Weise ermittelt, für wasserarme Jahre (zum Beispiel 1907) zu zirka $7,5 - 8,75 \text{ sek./m}^3$, für wasserreiche (zum Beispiel 1900 und 1901) zu zirka $18,5 - 21,5 \text{ sek./m}^3$. Die mit grösserer Genauigkeit durchgeführten Berechnungen der durchschnittlichen jährlichen Abfluss- und Zuflussmengen, unter Berücksichtigung der Pegelstandsschwankungen während Intervallen von je ein bis höchstens fünf Tagen ergaben für sehr wasserreiche Jahre (1900 und 1901) im Maximum $2,20 \text{ sek./m}^3 = 47,3 \text{ Sekundenliter per km}^2$ des oberflächlichen Einzugsgebietes für ein besonders wasserarmes Jahr (1907) $1,80 \text{ sek./m}^3$. Den folgenden Ausführungen dürfte für die jährliche Abflussmenge ein Mittelwert von $1,90 \text{ sek./m}^3 = 41 \text{ Sekundenliter per km}^2$ des Einzugsgebietes daher auch als wohl kaum viel zu gross zugrunde gelegt werden dürfen. Dies um so eher, als im Durchschnitt während zehn Jahren bloss alle drei bis vier Jahre ein besonders wasserreiches Jahr eintritt. Demgemäss ergibt sich ein durchschnittlicher Mehrabfluss, als sich, aus den Niederschlagsmengen und der Verdunstung berechnet, ergeben sollte, von $1,90 - 1,35$ oder rund $0,55 \text{ sek./m}^3$, der sich auf andere Weise

*) Bezüglich eines genaueren mathematischen Nachweises auf Grund der geometrischen Beziehungen zwischen Abflussmengen- und Pegelstandskurve vergleiche unter anderem C. B. d. B. V. Nr. 52. A. vom 28. XII 1898.

erklären lassen muss. Es ist dies ein Beweis, wie ungenau die Schlüsse werden können, wenn auf die zwar in allen Fällen unentbehrliche, sowie in vielen wohl allein massgebende Kenntnis oder Bestimmung der Niederschlagsmengen, und die aus anscheinend ähnlichen oberflächlichen, topographischen Verhältnissen ermittelten Abflusskoeffizienten, das heisst die Abflussmenge per km² solcher Einzugsgebiete abgestellt wird, ohne das in Betracht fallende Gebiet selbst einer ganz genauen Prüfung zu unterziehen und die lokalen, namentlich geologischen Verhältnisse und erdphysikalischen Vorgänge genauer zu untersuchen.



Das Niederried-Kallnacher Werk *).

Nach dem technischen Erläuterungsbericht von Oberingenieur A. SCHAFIR.

Die neue Wasserwerkanlage an der Aare und Saane bei Niederried-Kallnach, für welche kürzlich den Berner Kraftwerken (früher Kander- und Hagnekwerk) von der bernischen Regierung die Konzession erteilt worden ist, bezweckt die Ausnutzung des Gefälles der Aare und der Saane zwischen Niederuntigen und Wileroltigen bis zur Walperswilerbrücke über den Aarekanal. Es wird beabsichtigt, dem Fluss bis zu 60 m³ Wasser zu entnehmen, in der Voraussetzung, dass auch bei niederstem Wasserstand mindestens 1 m³ durch das Bett der Aare abgelassen wird.

Die Aare wird oberhalb Niederried bei St. Verenamatten gestaut. Das dem Fluss entnommene Wasser wird unter dem Kallnachwald im gemauerten Tunnel gegen das Dorf Kallnach geführt. Das Trasse geht westlich vom Dorf gegen das Maschinenhaus, das dicht an die Eisenbahnlinie Lyss-Murten und jenseits derselben zu stehen kommt. Vom Maschinenhaus zieht sich der Unterwasserkanal in gerader Linie durch das grosse Moos gegen die Walperswiler Kanalbrücke, wo er in den Aarekanal einmündet. Es ist ein variables Gefäll von 22,8 bis 18,83 m vorhanden, dem ein Nettogefäll von 22,7 bis 18,34 m entspricht. Das im Minimum auszunutzende Wasser beträgt im Kallnachwerk 21 m³ per Sekunde; das entspricht einer Kraft von 4767 P. S. bei Niederwasser und 11,004 bei Hochwasser.

Das Wehr in der Aare kommt in die Gegend der St. Verenamatten zu stehen. Es lehnt sich auf der linken Seite an gewachsenen Mergelfelsen, auf der rechten Seite an den Hochwasserdamm, der vom Wehr bis zum Hügel von Ostermanigen reicht. Das Wehr wird durchwegs pneumatisch bis auf den Mergelfelsen fundiert. In dem Wehrkörper sind fünf Öffnungen, zwei Grundablässe von 10 m Breite auf 8 m Höhe, und drei Wehröffnungen von 10 m Breite auf 4 m

Höhe eingebaut. Die beiden Grundablässe sind im Stromstrich angeordnet, die Grundablassöffnungen durch eiserne Doppelschützen, die auf Rollen laufen, abgesperrt, die Wehröffnungen durch eiserne Rollenschützen abgeschlossen, sämtliche Schützen durch Gegengewichte ausbalanciert. Die Gegengewichte der untern Grundablassschützen sind in den Pfeilern angeordnet, da es dadurch möglich ist, die ganze Konstruktionshöhe in Verbindung mit den Doppelschützen auf ein Minimum zu reduzieren. Durch die Anordnung zweier nebeneinanderrollender Grundablassschützen wird die allzugrosse Reibung vermieden. Die Manipulation des Hebens der Schützen wird viel einfacher, die Regulierbarkeit im Betrieb viel grösser. Die Pfeiler werden um die Hälfte der ganzen Schützenhöhe niedriger und dabei wird dem Strom bei aufgezogenen Schützen die Hälfte der sonstigen Angriffsfläche dargeboten. Damit die beiden Schützen neben einander rollen können, ist die obere flussaufwärts, die untere flussabwärts gebogen. Die Unterkante der aufgezogenen Schützen ist 0,9 m höher als das höchste Hochwasser. Diese Distanz wird genügen, um die allfällig schwimmenden grösseren Gegenstände durchzulassen. In der linksseitigen Wehrschütze ist eine kleine Schütze von 2 m Breite und 1,5 m Höhe zum Durchlassen von Eis im Winter und Gestrüpp bei mittlern Wasserständen angeordnet; sie wird nach unten hinter die grosse Schütze heruntergelassen.

Von den weiteren technischen Anordnungen erwähnen wir, dass der flussabwärts liegende Teil der Wehrschwelle mit Gegengefäll angeordnet ist, womit eine Art Wassersack zum Schutz des Mauerwerks gegen die herabstürzenden Wasser- und Geröllmassen gebildet wird. Auf die ganze Breite des Wehres wird zum Schutz gegen Unterspülungen ein 17 m breiter Abfallboden ausgeführt. Er stützt sich flussaufwärts auf eine Stufenmauer von grossen Betonblöcken. Der Raum zwischen diesen Betonblöcken und dem Wehrkörper wird in den tiefern Stellen mit Steinen ausgefüllt. Der eigentliche Abfallboden wird durch eine 80 cm dicke Betonschicht gebildet, die mit einem Ladenbelag versehen ist. Um die Kolkungen an beiden Ufern unterhalb des Wehres zu vermeiden, ist dort eine allmähliche Verbreiterung vorgesehen. Der Fuss der Uferböschungen wird auf eine Länge von 20 m unterhalb vom Wehr mit gemauerten Caissons und auf weitere 30 m Länge mit einer aus I gebildeten Pfahlreihe, zwischen welche Beton eingebracht wird, gesichert. Die unvermeidlichen Kolkungen oberhalb der Grundablässe werden durch Steinwürfe unschädlich gemacht.

Das gesamte Durchflussvermögen aller Öffnungen wird auf 1600 m³ berechnet, ein Wasserquantum, das einem Katastrophenhochwasser gleichkommt und unbedingt als absolutes Maximum angesehen werden muss.

Über die Geschichte abfuhr im gestauten Wasser ist folgendes zu bemerken: Nach dem Projekt kommen

*) Siehe Nr. 16, S. 258 und Nr. 18, S. 288 der „Schweizerischen Wasserwirtschaft“.