

**Zeitschrift:** Schweizerische Wasser- und Energiewirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbau, Wasserkraftnutzung, Energiewirtschaft und Binnenschifffahrt

**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

**Band:** 26 (1934)

**Heft:** 5

**Artikel:** Abflussverhältnisse in den Schweizer Alpen

**Autor:** Mathys, G.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-922354>

### **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:** 17.05.2025

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

Diese Aufschriften müssen in den Sprachen der Länder abgefaßt sein, in denen das Schiff verkehrt.

3. Die Stoffe dürfen nicht auf Schiffen befördert werden, die sich im Fahrgastdienst befinden.

4. Die Stoffe und deren Verpackung müssen, soweit möglich, bei der Uebernahme an Bord trocken sein und in diesem Zustand erhalten werden.

5. Die Behälter dürfen nur wie folgt verstaut werden:

a) auf Deck: vor Nässe geschützt;

b) unter Deck: in sämtlichen Laderäumen, falls sie durch einen gasdichten Kofferdamm von den Wohnräumen abgetrennt sind, oder,

falls kein Kofferdamm vorhanden ist, in Laderäumen, die den Wohnräumen nicht unmittelbar benachbart sind, vorausgesetzt, daß die Laderäume durch ein dichtes eisernes Schott von den Wohnräumen abgetrennt sind.

Sämtliche Lade- und Wohnräume müssen dauernd so gut wie möglich gelüftet werden.

6. Auf Schiffen, die in Ziffer IV genannte Stoffe unter Deck befördern, müssen wirksame Mittel vorhanden sein, mit denen auf einfache Weise das Eindringen von Phosphorwasserstoff in die Wohnräume festgestellt werden kann. Eine kurz gefaßte Gebrauchsanweisung dieser Mittel muß an Bord sein.

## II.

Diese Bestimmungen sollen am 1. August 1934 in Kraft treten.

## III.

Diese Bestimmungen sollen nach Verlauf von zwei Jahren auf Grund der in der Zwischenzeit gesammelten Erfahrungen erneut geprüft werden.

### Festsetzung einer höchstzulässigen Tauchtiefe der Schiffe auf der Strecke Bingen und St. Goar:

Einige Beteiligte hatten bei der Kommission beantragt, eine höchstzulässige Tauchtiefe der Schiffe auf der Strecke Bingen—St. Goar festzusetzen. Die Kommission

war der Meinung, es bestünde kein Anlaß, diesem Antrag stattzugeben.

### Bezirk des Rheinschiffahrtsgerichts Straßburg:

Die Kommission nahm die Mitteilung der französischen Delegation über das Gesetz vom 19. März 1934 zur Herabsetzung der Anzahl der französischen Rheinschiffahrtsgerichte zur Kenntnis. Das Gesetz hat folgenden Wortlaut:

Artikel 1. Das Amtsgericht Straßburg versieht die Geschäfte als Rheinschiffahrtsgericht mit Zuständigkeit für den gesamten, auf französischem Gebiet gelegenen Teil des Rheins.

Artikel 2. Die früher mit den Geschäften als Rheinschiffahrtsgerichte beauftragten Amtsgerichte geben diejenigen in Artikel 34 der Mannheimer Akte bezeichneten Sachen, die bei Verkündung dieses Gesetzes etwa bei ihnen anhängig sind, an das Amtsgericht Straßburg ab.

Auf diese Abgabe finden die durch Dekret vom 25. September 1926 für die Abgabe von Seiten der durch Dekret vom 3. September 1926 aufgehobenen Gerichte erlassenen Vorschriften Anwendung. Zwecks Anwendung dieser Vorschriften wird der Zeitpunkt des Inkrafttretens des Dekrets vom 3. September 1926 durch den des Inkrafttretens dieses Gesetzes ersetzt und die in Artikel 5 des Dekrets vom 25. September 1926 vorgesehene Frist erst einen Monat nach Inkrafttreten dieses Gesetzes als ablaufend angesehen.

Artikel 3. Das Landgericht Straßburg versieht die Geschäfte als Rheinschiffahrts-Berufungsgericht.

Artikel 4. Alle den vorstehenden Bestimmungen widersprechenden Bestimmungen, insbesondere Artikel 2 des Gesetzes vom 21. April 1932 und Artikel 8 des Gesetzes vom 25. Juli 1923, werden aufgehoben.

### Zeitpunkt der nächsten Tagung:

Die nächste Tagung der Kommission soll am Dienstag, den 6. November, um 4½ Uhr nachmittags beginnen.

## Abflußverhältnisse in den Schweizer Alpen.

Von Dipl.-Ing. G. Mathys, Arlesheim.

### I. Uebersicht.

Das gewaltige Projekt der A. E. G. zur Ausnützung der Wasserkräfte der Hohen Tauern rief in den letzten Jahren unter den österreichischen Ingenieuren lebhaft Diskussionen hervor, bei denen sich herausstellte, daß unsere Kenntnisse über die Abflußverhältnisse im Hochgebirge mangelhaft sind.

Oberbaurat Prof. Mattern machte in seinem Absatz über die hochalpinen Wasserkräfte im Rahmen der mitteleuropäischen Stromversorgung<sup>1)</sup> eine ähnliche Feststellung, und aus der vorletzten Publikation des schweizerischen Amtes für Wasserwirtschaft<sup>2)</sup> geht dasselbe hervor. Diese Feststellungen und einzelne Erfahrungen aus seiner eigenen Praxis

veranlaßten den Verfasser zu versuchen, aus den bisher veröffentlichten Beobachtungen über Abflußmengen in den Schweizer Alpen einige allgemeingültige Regeln zu ziehen, die gestatten würden, neue Wasserkraftprojekte im Hochgebirge ohne vorherige langjährige und kostspielige Wassermessungen mit einer gewissen Sicherheit auszuarbeiten. Daran anschließend wurden auf Grund der bisherigen Beobachtungen die mittleren Abflußmengen festgestellt, die in der Schweiz einem Projekt wie dasjenige der A. E. G. mit Fassungen auf 2100 m ü. M. zugrundegelegt werden könnten.

### II. Verhältnis zwischen den Abflußmengen in verschiedenen Höhenlagen an einem und demselben Gewässer.

Wir kommen notgedrungen immer mehr dazu, die oberen Gefällstufen unserer Gewässer auszunützen, und der Verfasser des A. E. G.-Projektes für die Ausnützung der Wasserkraft in den Hohen Tauern rechnet sogar aus, daß dort die wirtschaftlichste Wasserfassungshöhe auf ca. 2000 m ü. M. liege.

<sup>1)</sup> E. T. Z., 22. September 1932.

<sup>2)</sup> Die verfügbaren Wasserkräfte der Schweiz unter besonderer Berücksichtigung der Speichermöglichkeiten für die Erzeugung von Winterenergie, erster Teil 1932.

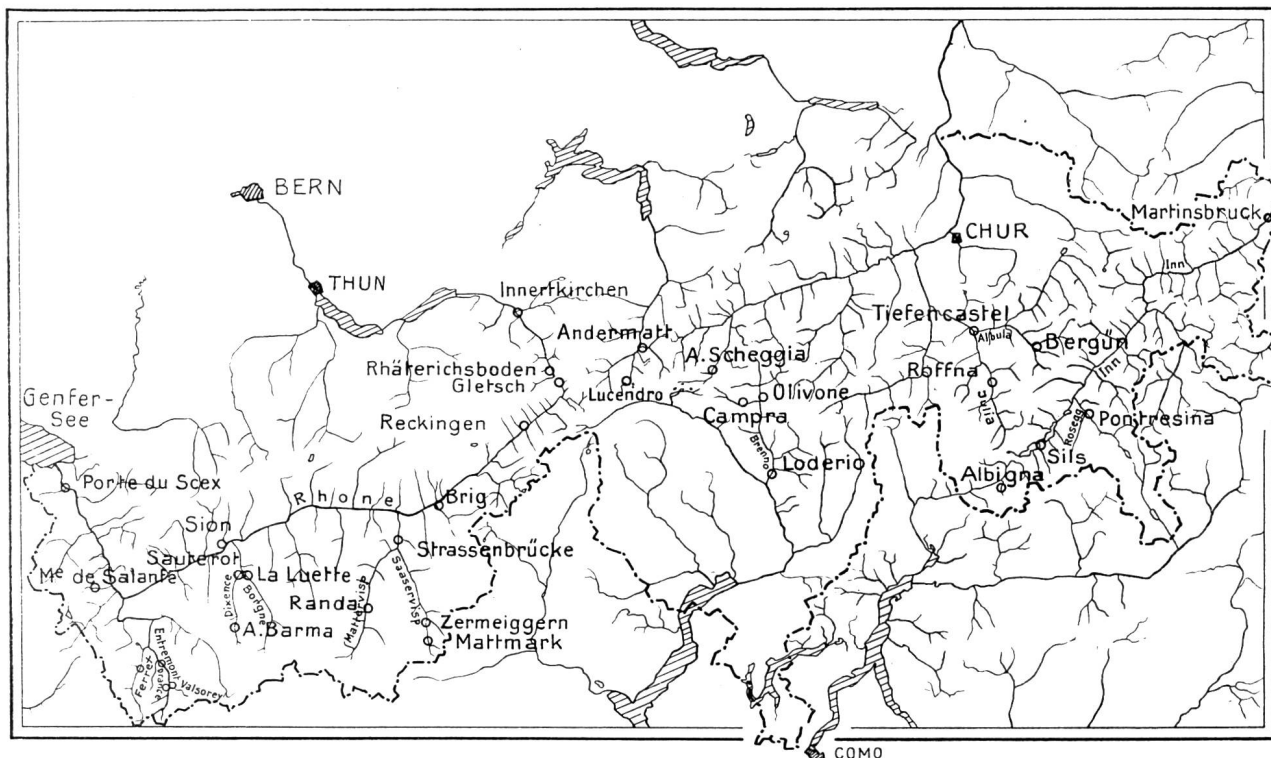


Abb. 1. Wassermessstationen im Bereich der Schweizer Alpen.

Die Festlegung der meisten Stationen, die in den hydrographischen Jahrbüchern der Schweiz enthalten sind, geschah aber zu einer Zeit, zu der vor allem unsere tiefliegenden Wasserläufe ausgebaut wurden. Stationen über 1500 m ü. M. waren daher ursprünglich kaum vorhanden. Nach und nach sind solche auf besonderen Wunsch von Interessenten errichtet und die Pegel meist nur während einer gewissen Anzahl von Jahren oder auch nur während des Sommers abgelesen und dann die Ablesung wieder eingestellt worden, denn die Beobachtung von Stationen über 1500 bis 1600 m ü. M. ist besonders im Winter gefährlich und kostspielig. Die vorhandenen Beobachtungen in einer Höhe von 2000 m ü. M. sind daher sehr selten und diejenigen von 1500 bis 2000 m nicht zahlreich.

Schreitet man an die Bearbeitung eines neuen Projektes mit Fassungen über 1500 m Meereshöhe, so liegen meist nur Beobachtungen in Höhen von 500 bis 800 m ü. M. an demselben Gewässer vor, und man neigt leicht dazu, die dortigen spezifischen Abflußmengen unter Berücksichtigung des neuen Einzugsgebietes auf die obere Lage zu übertragen. Wie aus einer Anzahl Beobachtungen nachgewiesen werden soll, die den hydrographischen Jahrbüchern der Schweiz entnommen sind, ist dies aber ganz unrichtig.

Die in Frage kommenden Stationen sind

nachstehend jeweils mit den für die Beobachtungszeit berechneten mittleren Abflußmengen aufgeführt. Die Lage der Gewässer und der Stationen ist aus Fig. 1 ersichtlich.

#### Rhone in den Jahren 1920/28.

| Station               | Höhe<br>m | Einzugs-<br>gebiet<br>km <sup>2</sup> | Mittl. jährl.<br>Abflußmenge<br>mm |
|-----------------------|-----------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Gletsch . . . . .     | 1755      | 38,87                                 | 2423                               |
| Reckingen . . . . .   | 1309      | 214,61                                | 1781                               |
| Brig . . . . .        | 667       | 831,10                                | 1638                               |
| Sitten . . . . .      | 482       | 3340,08                               | 1161                               |
| Porte du Scex . . . . | 374       | 5220,33                               | 1111                               |

An der Rhone liegen wenigstens für einen Teil der Beobachtungszeit die Ergebnisse weiterer Stationen vor. Es wurden aber nur eine Anzahl von der Quelle bis zum Genfersee etwa gleichmäßig verteilte Stationen aufgeführt. Auch wurden die Jahre nicht berücksichtigt, in denen Reckingen durch das benachbarte Selkingen ersetzt war.

#### Visp in den Jahren 1923/28.

| Fluß        | Station       | Höhe<br>m | Einzugs-<br>gebiet<br>km <sup>2</sup> | Mittl. jährl.<br>Abflußmenge<br>mm |
|-------------|---------------|-----------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Saaser Visp | Zermeiggern   | 1726      | 65,25                                 | 1707                               |
| Matter Visp | Randa         | 1450      | 328,21                                | 1337                               |
| Visp        | Straßenbrücke | 646       | 787,14                                | 1106                               |

Es handelt sich um beide Aeste der Visp und um ihre Vereinigung.

#### Dixence in den Jahren 1926/30.

| Station              | Höhe<br>m | Einzugs-<br>gebiet<br>km <sup>2</sup> | Mittl. jährl.<br>Abflußmenge<br>mm |
|----------------------|-----------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Alpe Barma . . . . . | 2164      | 43,61                                 | 1530                               |
| Sauterrot . . . . .  | 958       | 100,78                                | 1068                               |

**Reuß in den Jahren 1917/18.**

|                     |         |        |      |
|---------------------|---------|--------|------|
| Lucendro . . . . .  | 2071,20 | 7,05   | 2071 |
| Andermatt . . . . . | 1420,92 | 191,55 | 1421 |

Der Ausfluß aus dem Lucendrosee wurde nur im Sommer direkt beobachtet und die Winterabflüsse berechnet. Der Einfluß der Winterabflüsse auf die Gesamtabflußmenge ist aber gering.

**Aare in den Jahren 1917/20.**

| Station               | Höhe   | Einzugsgebiet   | Mittl. jährl. Abflußmenge |
|-----------------------|--------|-----------------|---------------------------|
|                       | m      | km <sup>2</sup> | mm                        |
| Rhäterichsboden . . . | 1701   | 98,29           | 2187                      |
| Innertkirchen . . . . | 621,77 | 275,96          | 2213                      |

**Inn 1917/30.**

| Fluß      | Station    | Höhe | Einzugsgebiet   | Mittl. jährl. Abflußmenge |
|-----------|------------|------|-----------------|---------------------------|
|           |            | m    | km <sup>2</sup> | mm                        |
| Inn       | Sils       | 1794 | 47,14           | 1503                      |
| Rosegbach | Pontresina | 1762 | 66,83           | 1461                      |

|     |              |      |         |     |
|-----|--------------|------|---------|-----|
| Inn | Martinsbruck | 1027 | 1944,76 | 997 |
|-----|--------------|------|---------|-----|

Der Rosegbach als einer der wichtigsten Zuflüsse des Inn wurde vergleichsweise aufgeführt, da er nicht durch einen See reguliert wird, wie dies für den Inn in Sils der Fall ist.

**Albula in den Jahren 1921/27.**

| Station                | Höhe | Einzugsgebiet   | Mittl. jährl. Abflußmenge |
|------------------------|------|-----------------|---------------------------|
|                        | m    | km <sup>2</sup> | mm                        |
| Bergün . . . . .       | 1321 | 118,53          | 1309                      |
| Tiefencastel . . . . . | 838  | 524,47          | 983                       |

**Julia in den Jahren 1919 und 1923/27.**

|                        |      |        |      |
|------------------------|------|--------|------|
| Roffna . . . . .       | 1404 | 165,67 | 1307 |
| Tiefencastel . . . . . | 838  | 324,66 | 1155 |

**Brenno in den Jahren 1922/28.**

|                   |      |        |      |
|-------------------|------|--------|------|
| Campra . . . . .  | 1404 | 35     | 2383 |
| Olivone . . . . . | 856  | 167,42 | 1998 |
| Loderio . . . . . | 345  | 397,06 | 1646 |

Der Brenno ist das einzige Gewässer auf der Südseite der Alpen, das gleichzeitig an mehreren Stellen beobachtet wurde.

Mittlere jährliche Abflußmengen. Ausgenommen die Aare, steigt für alle aufgezählten Gewässer die mittlere jährliche Abflußmenge pro Sek./km<sup>2</sup> ganz wesentlich mit zunehmender Höhe über Meer. Auf Figur 2, welche die Abflußmengen in Funktion der Höhe der betr. Station über Meer darstellt, wird dies sehr deutlich veranschaulicht und kommt noch besser zum Ausdruck, wenn man für die Visp und die Rhone jeweils die Endstationen verbindet.

Besonders hoch sind die Abflußmengen der Gewässer, die aus dem Gotthardmassiv selbst oder aus dessen Nähe entspringen: Brenno, Reuß, Aare und Rhone, während die Abflußmengen der Gewässer im Wallis und Graubün-

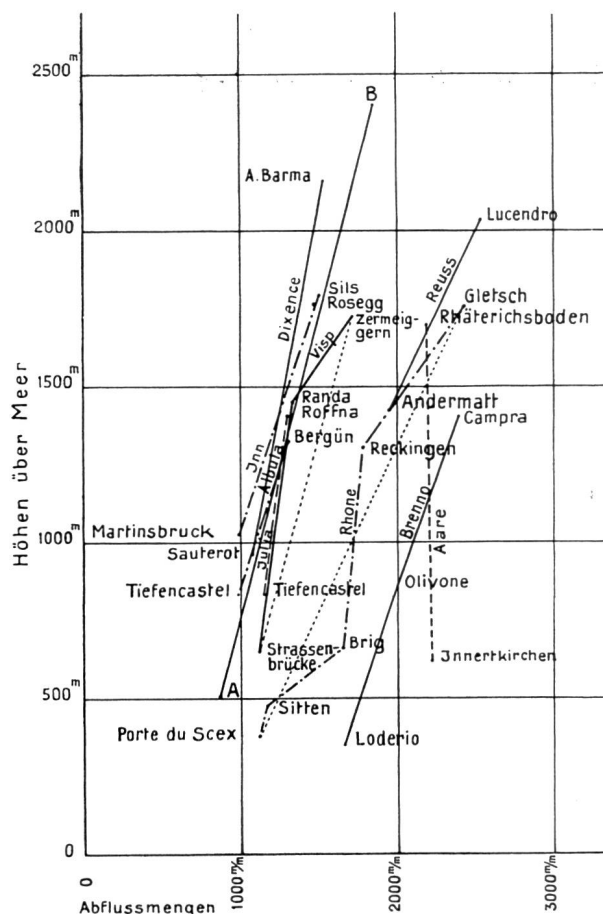


Abb. 2. Mittlere Jahresabflußmengen in Funktion der Höhe über Meer.

den wesentlich geringer sind und untereinander gut übereinstimmen. Werden erstere weggelassen, so entspricht etwa die Linie A—B auf Figur 2 der Mittellinie der aufgezeichneten Beobachtungen.

Nach dieser Linie steigt von 500 bis 2000 m über Meer die mittlere Jahresabflußmenge von 860 mm bis 1640 mm oder in l/s./km<sup>2</sup> ausgedrückt von 27,0 l/s./km<sup>2</sup> bis 51,0 l/s./km<sup>2</sup>. Für ein und dasselbe Gewässer nimmt also die gesamte mittlere Jahresabflußmenge pro 1500 m Steigung um 91 % oder pro hundert Meter Steigung um 6 % zu.

Die so bestimmte mittlere Abflußmenge von 1640 mm oder 51 l/s./km<sup>2</sup> in einer Höhe von 2000 m ü. M. darf nicht als Mittel, sondern muß eher als Minimum betrachtet werden, wie dies später aus einer größeren Anzahl von Beobachtungen gezeigt werden soll. Es geht dies schon allein daraus hervor, daß zur Bestimmung dieser Zahl 1640 die Abflüsse aus dem Gotthardmassiv Rhone, Aare, Reuß und Brenno weggelassen wurden.

Während mit zunehmender Höhe über Meer die spezifischen Abflußmengen im Sommer ganz

gewaltig ansteigen, nehmen sie im Winter stark ab.

Es geht dies zum Beispiel aus Figur 3 hervor, auf der die an fünf Stationen gemessenen mittleren Abflußmengen der Rhone für die Jahre 1920 bis 1928 pro l/s./km<sup>2</sup> aufgetragen sind.

Oft sind aus irgendwelchen Gründen während einer Anzahl von Jahren einzelne Stationen durch andere benachbarte ersetzt worden. Wenn der Abstand solcher Ersatz-Stationen auch nur einige hundert Meter beträgt, ohne daß dabei die Größe des Einzugsgebietes sich

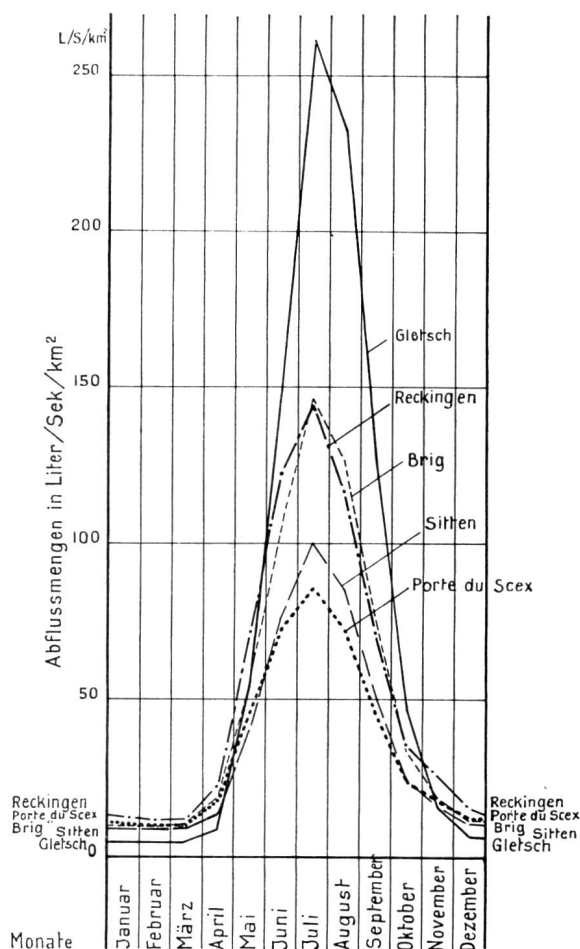


Abb. 3. Mittlere Abflußmengen der Rhone von 1920 bis 1928.

wesentlich verändert, so darf doch nicht eine Station für die andere eingesetzt werden, denn es kommt oft vor, daß zwischen benachbarten Stationen Quellen auftreten, welche die spezifischen Winterabflüsse ganz wesentlich beeinflussen, während sich die Sommer- und die Jahresgesamtabflüsse allerdings kaum ändern.

Solche Quellen wurden z. B. etwa auf 1200 m ü. M. im Entremont- und im Ferrettal dicht neben dem Bachbett festgestellt und konnten nach Inbetriebnahme des Werkes Orsières im Jahre 1931 während des Winters 1931/32 ständig ge-

messen werden, da das Bachwasser an den ca. 1½ km oberhalb liegenden Wasserfassungen in die Kraftwerkstollen umgeleitet wurde und nur die Quellen den Unterlauf des Baches speisen.

Die Quellen im Entremont werden durch einen Felsriegel hervorgerufen, der das Tal abschließt. Während des sehr trockenen Winters 1931/32 sanken sie von 418 l/s. am 1. November auf 224 l/s. am 25. März, was 3,8 bis 2,0 l/s./km<sup>2</sup> des Einzugsgebietes der Drance d'Entremont entspricht. An der entsprechenden Wasserfassung in einer Höhe von 1321 m ü. M. führte die Drance d'Entremont während derselben Zeit 13,3 bis 5,1 l/s./km<sup>2</sup>. Auf Kote 1321 sank also die Drance d'Entremont von 13,3 auf 5,1 l/s./km<sup>2</sup>. Wäre ihr Wasser dort nicht abgeführt worden, so wäre sie ca. 1,5 km weiter unten auf Kote 1200 in derselben Zeit von 17,1 auf 7,1 l/s./km<sup>2</sup> gesunken.

Die Quellen des Ferrettales werden offenbar durch das Grundwasser des Haupttales gespeisen und durch die Seitenmoräne des früher bis ins Haupttal reichenden Saleinazgletschers zutage gefördert. Im Winter 1931/32 sanken sie von 137 l/s. am 27. November auf 95 l/s. am 14. März, was 2,0 bis 1,4 l/s./km<sup>2</sup> entspricht, während an der Wasserfassung 1328 m ü. M. die Drance de Ferret von 15,8 bis 7,9 l/s./km<sup>2</sup> sank. Die Drance de Ferret ging also auf Kote 1328 von 15,8 auf 7,9 l/s./km<sup>2</sup> zurück, und ihr Gesamtabfluß auf Kote 1200 ca. 1,5 km weiter unten wäre in der gleichen Zeit von 17,8 auf 9,3 l/s./km<sup>2</sup> zurückgegangen.

Im Sommer sind diese Quellen nicht viel ergiebiger als im Winter und ihr Einfluß auf die hohen Sommerabflußmengen der Drance ist verschwindend.

Mittlere spezifische Abflußmengen im Winter. Auf Figur 4 sind die mittleren Abflußmengen der verschiedenen Stationen im Monat Februar in Funktion der entsprechenden Höhe über Meer aufgetragen. Die Striche, welche die zusammengehörenden Stationen verbinden, stellen also den Verlauf der spezifischen Abflußmenge für das betr. Gewässer dar. Die Beobachtungen des Inn bei Sils wurden nicht berücksichtigt, da der Inn dort bereits unter dem ausgleichenden Einfluß des Silsersees steht und ein Teil des Sommerwassers im Winter abfließt. Bei den meisten Gewässern nehmen die spezifischen Abflußmengen mit zunehmender Höhe über Meer ab, doch bestehen Ausnahmen für die Albula, die Rhone



und den Brenno. Die spezifischen Abflüssen des letzten sind so groß, daß sie auf Fig. 4 im halben Maßstab der Abflüssen der anderen Gewässer aufgetragen werden mußten.

Nach Mitteilung der Motor Columbus<sup>3)</sup> werden die außerordentlich hohen Winterabflüsse des Tessin bei Rodi-Fiesso durch starke Quellen hervorgerufen. Die Annahme liegt daher nahe, daß der benachbarte Brenno unter dem Einfluß ähnlicher Quellen steht.

Werden bei der Rhone die Zwischenstationen Sitten, Brig und Reckingen ausgelassen, so ergibt sich auf Fig. 4 die punktierte Linie, die von 374 bis 1755 m ü. M. eine bedeutende Ab-

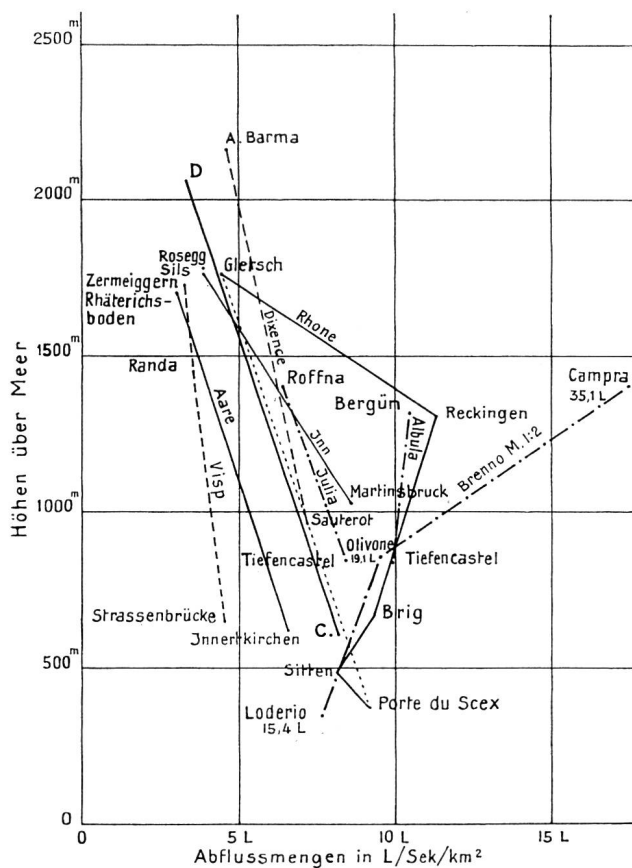


Abb. 4. Mittlere Abflüssen im Monat Februar.

nahme der spezifischen Abflüssen zeigt und die Annahme berechtigt erscheinen läßt, daß sich starke Quellen oberhalb Reckingen befinden, deren Einfluß stromabwärts allmählich verschwindet. Bei der Albula ist nach den angeführten Beispielen das Vorhandensein von Quellen ebenfalls ziemlich wahrscheinlich.

Stimmen diese Annahmen, so können der Brenno, die Albula und die Rhonezwischenstationen außer Betracht gelassen werden. Es stellt dann etwa die Linie C—D auf Fig. 4 den Ver-

lauf der mittleren spezifischen Februar-Abflüssen dar, welche also mit ca. 1000 m Steigung um die Hälfte ihres Wertes abnimmt. An einem und demselben Gewässer von 1000 bis 2000 m ü. M. nimmt also die mittlere spezifische Februar-Abflüssenmenge von 7 bis 3,5 l/s./km<sup>2</sup> ab, d. h. die Abnahme beträgt 5 % pro 100 m Steigung. Das für den Monat Februar abgeleitete Gesetz kann für die Monate Dezember, Januar und März, also im ganzen vier Monate, als geltend betrachtet werden, da in diesen Monaten der Verlauf der spezifischen Winterabflüssen ein ähnlicher ist.

Mittlere spezifische Abflüssenmengen im Sommer. Fig. 5 stellt in ähnlicher Weise die mittleren spezifischen Abflüssenmengen in den Monaten Juli oder Juni in Funktion der Höhe der betreffenden Stationen über Meer dar. Etwa vorhandene Quellen haben, wie erwähnt, auf die großen Sommerwassermengen der Gewässer keinen wesentlichen Einfluß, so daß für alle beobachteten Gewässer die Sommer-Abflüssenmengen mit zunehmender Höhe über Meer ziemlich gleichmäßig zunehmen. Die Linie E—F der Fig. 5 stellt ungefähr ein Mittel derselben dar. Entsprechend dieser Linie nehmen in den Monaten Juni/Juli von 500 m bis 2000 m ü. M. an einem und demselben Gewässer die spezifischen mittleren Abflüssenmengen von 94 bis 186 l/s./km<sup>2</sup>, also um das Zweifache zu. Anders ausgedrückt: Bei je 100 m Steigung nehmen die sommerlichen mittleren spezifischen Abflüssenmengen an ein und demselben Gewässer um 6,5 % zu. Es gilt dies für die Monate Juni, Juli, August und September, in denen die spezifischen Abflüssenmengen einen ähnlichen Verlauf zeigen.

Die Monate April/Mai und Oktober/November sind Uebergangsmonate, in denen der Uebergang vom Winter zum Sommerzustand und umgekehrt stattfindet. Je nachdem Kälte oder Wärme vorherrscht, nehmen die spezifischen Abflüssenmengen mit der Höhe ab oder zu.

Durch die verhältnismäßig gute Uebereinstimmung der gemachten Beobachtungen könnte man veranlaßt werden, die Linien A—B, C—D und E—F der Fig. 2, 4 und 5 als absolute Werte der Abflüssenmengen zu betrachten. Es wäre dies aber aus folgenden Gründen ganz entschieden zu weit gegangen:

1. Wasserabflüssenmengen wechseln von Jahr zu Jahr ganz außerordentlich und die angeführten mittleren spezifischen Mengen rühren nicht für alle Gewässer aus derselben Zeit und

<sup>3)</sup> Das Kraftwerk Piottino, Bulletin des S. E. V. Nr. 25 vom 3. Dezember 1932.

aus derselben Anzahl von Jahren her. So stellen z. B. die Kurven für den Inn das Mittel aus 14 Jahren und diejenigen für die Reuß das Mittel aus zwei Jahren dar.

2. Die angeführten Gewässer wurden nicht gewählt, sondern fast durch Zufall bestimmt. Obschon sie verhältnismäßig gut verteilt liegen, ist der Brenno das einzige, das von Norden nach Süden fließt und auch das einzige, das auf der Südseite der Alpen liegt.

3. Auch ganz benachbarte Gewässer, so z. B. die Albula und die Julia, die in Tiefencastel zusammenfließen, die Borgne und die Dixence, welche sich etwa auf Kote 900 m ü. M. vereinen (s. Fig. 1), weisen oft im gleichen Jahr ganz verschiedene Gesamtabflußmengen auf. So hatte die Albula 1925 in Tiefencastel eine jährliche Abflußmenge von 728 mm, die Julia eine solche von 916 mm. Noch größer sind die Unterschiede zwischen der Borgne und der Dixence speziell in den Jahren 1928 und 1929.

| Gewässer | Be-<br>obachtgs-<br>ort | Höhe<br>ü. M.<br>m | Einzugs-<br>gebiet<br>km <sup>2</sup> | Gesamtjahres-<br>Abflußmenge |            |            |            |
|----------|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------|------------|------------|
|          |                         |                    |                                       | mm<br>1927                   | mm<br>1928 | mm<br>1929 | mm<br>1930 |
| Dixence  | Sauterot                | 958                | 100,78                                | 1015                         | 1103       | 1099       | 1037       |
| Borgne   | La Luetle               | 956                | 232,48                                | 1182                         | 1531       | 1437       | 1164       |

Ferner ist noch zu berücksichtigen, daß alle beobachteten Gebiete mehr oder weniger vergletschert sind, so daß streng genommen die abgeleiteten Gesetze nur für vergletscherte Einzugsgebiete gelten.

Ueber unvergletscherte Gebiete liegen in den Jahrbüchern keine Beobachtungen vor, dagegen gestatten Beobachtungen, welche die Schweiz. Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft für ihre Wasserrechts-Konzession Bourg St-Pierre im Wallis in den Wintern 1929/30, 1930/31 und 1931/32 durch Ueberfallmessungen an zwei benachbarten Bächen vornehmen ließ, einen Vergleich.

Es sind dies der Valsorey mit einem Einzugsgebiet von 28,5 km<sup>2</sup>, ca. 50 % vergletschert, und die Drance d'Entremont mit 46 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet, praktisch ohne Gletscher. Beide Meßstellen lagen ca. 1600 m ü. M.

Die mittleren Abflußmengen in Liter pro Sek. und km<sup>2</sup> Einzugsgebiet sind folgende:

|                                  | Monat | Nov. | Dez. | Jan. | Febr. | März | April | Mai |
|----------------------------------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-----|
| Valsorey (50 %<br>vergleichtert) | 11,8  | 11,0 | 7,6  | 6,4  | 5,7   | 8,9  | 16,4  |     |
| Drance d'Entre-<br>mont          | 9,5   | 10,0 | 6,5  | 5,3  | 4,3   | 8,9  | 17,6  |     |

Vom November bis April sind also die spezifischen Abflußmengen aus dem nicht vergletscherten Einzugsgebiet der Drance regelmäßig

kleiner gewesen als aus dem zu ca. 50 % vergletscherten Valsorey-Einzugsgebiet, und erst im Mai war das Umgekehrte der Fall. Nachdem aber benachbarte Gewässer aus gleich vergletscherten Gebieten zur selben Zeit oft sehr verschiedene spezifische Abflußmengen aufweisen, läßt sich aus diesen Beobachtungen kein Schluß ziehen.

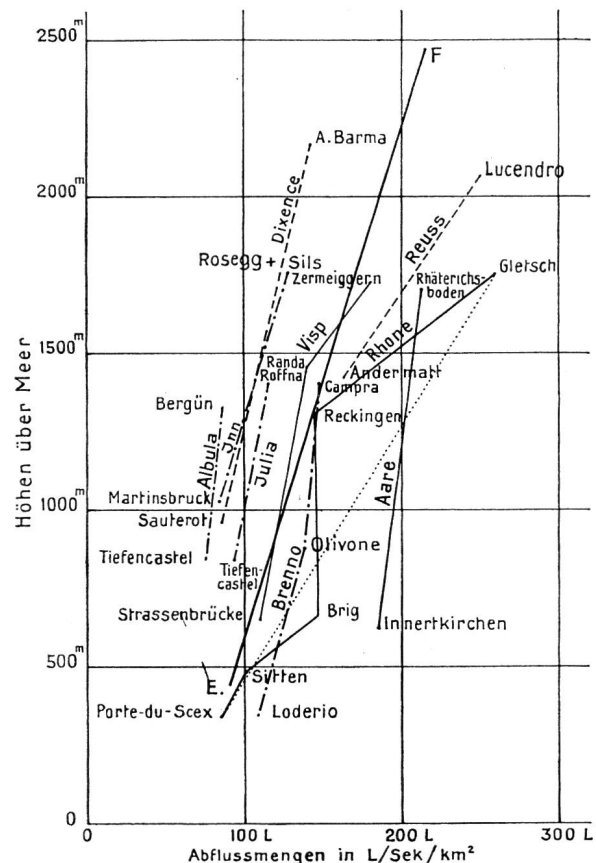


Abb. 5. Mittlere Abflußmengen im Monat Juli bzw. Juni.

Es kann sein, daß das Verhältnis der mittleren Abflußmengen zur mittleren Höhe des entsprechenden Einzugsgebietes über Meer eine bessere Uebereinstimmung der einzelnen Gewässer unter sich ergäbe. Sehr wahrscheinlich sind auch die wirklichen Gesetze über den Wasserabfluß in den Alpen viel komplizierter, als sie aus vorliegenden rohen Annäherungen hervorgehen. Das gewählte Verhältnis der Abflußmengen zur Höhe des Beobachtungsortes über Meer und die daraus abgeleiteten einfachen Regeln können aber dem projektierenden Ingenieur für eine erste Berechnung gute Dienste leisten.

Soll also in den Schweizer Alpen auf großer Höhe über Meer eine Anlage projektiert werden, für die keine direkten Abflußmengen-Beobachtungen vorliegen, so wird man am besten womöglich von vorhandenen tieferliegen-

den Beobachtungen am gleichen Gewässer ausgehen und die spezifischen Abflußmengen auf der in Frage kommenden Höhe unter Anwendung der oben bestimmten Regeln berechnen. Eine spätere Messung der tatsächlichen Abflußmengen kann selbstverständlich deshalb nicht umgangen werden.

(Schluß folgt.)

### Fragen der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft.

Ueber die Frage des rationellen Ausbaues unserer Wasserkrafts und damit in Verbindung der Entwicklung unserer Elektrizitätswirtschaft liegen aus der letzten Zeit zwei Äußerungen von leitenden Persönlichkeiten unserer Elektrizitätswirtschaft vor, die wir im folgenden angesichts der Bedeutung dieser Fragen wiedergeben:

Oberst Erny, Delegierter des Verwaltungsrates der Nordostschweizerischen Kraftwerke, äußert sich zu dem Problem im Geschäftsbericht der NOK für das Geschäftsjahr 1932/33. Es heißt dort:

«Die infolge des Darniederliegens der Industrie verminderte Aufnahmefähigkeit der Schweiz für elektrische Energie verlangt, daß eine energischere Rationalisierung in der Erschließung neuer Stromquellen durchgeführt werde. Es ist nicht nur vom Standpunkt einer vernünftigen Energiewirtschaft, sondern auch aus allgemein nationalwirtschaftlichen Gründen verfehlt, neue Stromquellen zu erschließen und neue Kapitalien zu investieren, solange der Energiebedarf durch die bestehenden Werke gedeckt werden kann und daher solche neuen Stromquellen lediglich dazu dienen, den Energieabsatz der bestehenden Werke zu schmälern, die Gesteuerungskosten der Energie zu verteuern und die Bestrebungen auf Verbilligung der Energie illusorisch zu machen. Verbilligung der Energie erfordert Herabsetzung der Kapitalkosten. Zur Deckung des Energiebedarfes nicht erforderliche Investitionen verteuern die Energieversorgung unseres Landes.

Der Bund hat Ämter für Wasser- und Elektrizitätswirtschaft geschaffen. Deren Tätigkeit sollte sich nicht erschöpfen in Studien über Kraftnutzung und in der an sich wertvollen statistischen Verarbeitung der Betriebsergebnisse der Elektrizitätswerke, sowie in der Bewilligung oder Begutachtung der eingereichten Gesuche für Ausfuhr von Energie. Diese Ämter könnten die wertvollsten Dienste leisten durch die Sorge für einen rationellen, d. h. in der Energiemenge und in der Energiequalität dem Bedarf angepaßten Ausbau unserer Wasserkrafts. Bei aller Anerkennung der privaten Initiative sollte es nicht zum Bau von neuen Kraftwerken kommen, die lediglich auf lokale Interessen oder finanzielle Spekulationen zurückgehen, und die vom Standpunkt der gesamten schweizerischen Elektrizitäts- und Volkswirtschaft Fehlinvestitionen sind. Die zuständigen Bundesbehörden haben ohne Aenderung der Elektrizitätsgesetzgebung den Weg gefunden, unnötige Leitungsbauten zu verhindern und neue Leitungen in weitgehender Weise den Erfordernissen eines rationellen schweizerischen Netzes für Energieverteilung anzupassen. Wenn die gleichen Grundsätze auf den Ausbau der schweizerischen Wasserkrafts angewendet würden, so wäre ein wichtiger Schritt zu größerer Planmäßigkeit im Ausbau unserer Wasserkrafts getan.»

Direktionspräsident Dr. E. Moll der Bernischen Kraftwerke hat sich anläßlich der Generalversammlung vom 28. April 1934 in Bern ebenfalls

über diese Probleme ausgesprochen. Er stellt anhand der Zahlen über den Energieumsatz der schweizerischen Elektrizitätswerke in den letzten Jahren fest, daß wir auf der einen Seite eine Zunahme der Energieproduktionsmöglichkeit, auf der anderen Seite eine Abnahme oder Stillstand im Konsum feststellen müssen. Er fährt dann fort:

«Es braucht da keine lange Ueberlegung, um zu der Befürchtung zu kommen, daß die schweizerische Elektrizitätswirtschaft in eine schwere Krise hineinsteure und daß es höchste Zeit wäre, daß sich der Bund auch dieses Industriezweiges annähme und Ordnung in die Sache brächte. Es ist klar, daß eine derartige Auffassung in der heutigen Krisenzeit leicht Glauben findet, sie hat tatsächlich auch Produzenten- und Konsumentenkreise in Erregung gebracht.

In Wirklichkeit ist aber kein Anlaß zur Aufregung und staatlicher Intervention vorhanden.

Vor allem muß man sich eine Tatsache vor Augen halten: In der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft ist trotz allen Schwierigkeiten der Krisenzeit keine Unternehmung finanziell in Notlage. Die einzige Unternehmung, die im letzten Jahrzehnt in Notlage kam, waren die Bündner Kraftwerke. Diese Verhältnisse liegen aber bereits weit zurück. Es ist das eine so günstige Situation, wie man sie in keinem andern Industriezweig der Schweiz findet.

Sodann hat man die weitere Tatsache zu konstatieren, daß es sich bei den vorhin erwähnten Kraftwerksanlagen der letzten Jahre Ryburg-Schwörstadt, Albruck-Dogern, Wettingen, Lungern, Sernf-Niedernbach, nur formell um neue Unternehmungen, materiell aber um Zweigunternehmungen alter, bewährter, seit Jahren bestehender Elektrizitätsunternehmungen handelt, die in der Lage sind, derartige Anlagen nicht nur technisch und finanziell richtig auszugestalten, sondern sie auch bei auftretenden Schwierigkeiten durchzuhalten. Das gleiche gilt auch von den zur Zeit im Bau befindlichen Anlagen Klingnau, Etzel und Dixence. Man ist leicht geneigt, die neu entstehenden Kraftwerkanlagen mit den Außenseiterunternehmungen der Maschinen-, Textil-, Zement- und andern Industrien in Vergleich zu bringen; tatsächlich sind aber die neu entstehenden Kraftwerkanlagen angegliedert an die bereits bestehenden Unternehmungen. Bis jetzt hat die schweizerische Elektrizitätswirtschaft nur ausnahmsweise gegen Außenseiter zu kämpfen gehabt; das projektierte Bannalp-Werk im Kanton Nidwalden ist einer dieser wenigen Fälle.

Dazu kommen als weitere Tatsachen erstens, daß die Produktion eines Teils der erwähnten Kraftwerkanlagen, d. h. diejenige von Ryburg-Schwörstadt, Albruck-Dogern, Klingnau, ganz oder doch zum größten Teil ins Ausland geht, unter Entlastung des schweizerischen Energiemarktes — zweitens, daß die Produktion eines weiteren Teils der erwähnten Kraftwerkanlagen, d. h. diejenige von Etzel und Dixence erst in einigen Jahren, 1935 bis 1937, auf den Markt kommen wird — drittens, daß die Produktion der restierenden Kraftwerks-Anlagen Wettingen, Lungern, Sernf-Niedernbach, verhältnismäßig klein ist und leicht absorbiert werden kann.

Wenn man sich diese Tatsachen vor Augen hält und ruhig überlegt, so ersieht man, daß zu Befürchtungen über die Situation der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft zur Zeit kein Anlaß vorliegt.

Wir möchten aber gleichzeitig auch sagen, daß die Situation zur Vorsicht mahnt. Die in den letzten Jahren in die Erscheinung getretene Differenz in Produktion und Konsumation macht eine größere Planmäßigkeit zur Notwendigkeit. Die Frage ist, wie sich diese Planmäßigkeit herbeiführen läßt.

Man darf in dieser Hinsicht darauf hinweisen, daß die schweizerischen Elektrizitätswerke in den letzten