

# Der Märjelen-See und seine Abflussverhältnisse: eine hydrologische Studie

Autor(en): **Roth, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **67/68 (1916)**

Heft 13

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-33075>

## **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.

## Von der Weltausstellung San Francisco 1915



Abb. 47. Die Kunsthalle (gegen Westen gesehen).

*Anmerkung der Redaktion.* Der Herr Berichtstatter, sowie die geehrten Leser wollen auch uns ein paar Bemerkungen zu den Bildern dieser, teilweise sehr geschmackvollen, amerikanischen Ausstellungs-Architektur erlauben.

Die Absicht, auf der im Allgemeinen im „klassischen Stil“ gehaltenen Ausstellung auch andere Stilformen vertreten zu sehen, bekunden die beiden Bilder der orientalischen Erziehungs-Moschee und vom spanisch-maurisch umbauten „Hof des Ueberflusses“ ohne weiteres. Einiger Erläuterungen bedürfen dagegen die beiden Abbildungen 46 und 47. Dem Rundtempel des Kunstpalastes vorgelagert erhebt sich ein hellerschimmernder Altar der Venus, als Symbol der Skulpturen-Ausstellung, die hier und in der dahinterliegenden Säulenhalle Platz fand. Die dunkeln, halbrund vorspringenden Ausbuchtungen rings um die Rotunde sind geschnittene, dunkelgrüne Hecken; dazwischen stehen am Wasser malerische Büsche in freier Haltung. Ebenfalls malerisch-natürlich behandelt wurde der gegenüberliegende Strand der „Lagune“ (Abbildung 48). Also zur Erzielung von Effekten eine unmittelbare Zusammenstellung von Gegensätzen, wie sie schärfer kaum denkbar sind; man vergegenwärtige sich dazu noch die bunte Farbenpracht.

Ohne Naturspieleffekte dagegen, ganz in künstlichem Aufbau, erhebt sich der monumentale Glanzpunkt der Ausstellung vor dem Juwelen-Turm: „The Fountain of Energy“ (Abb. 46). Alle Figuren, wie Titanen, Meerweiblein, fliegende Fische usw., die sich um diesen Globus bemühen und an ihm herumklettern, haben allegorische Bedeutung, deren Erklärung aber hier zu weit führen würde. Der Reiter ist „Viktor“, die siegreiche Energie, die mit ausgestreckten Armen alle Hindernisse zurückdrängt. Die beiden auf seinen Schultern balancierenden Posaunenengel halten den Siegeskranz in die Höhe; sie bedeuten den Mut und den Ruhm. Rings um das Ganze tummelt sich fröhlich wasserspeiendes Getier, barocke Delphine machen den Hochstand auf der Wasserfläche des Beckens.

Bei aller Anerkennung berechtigten Selbstbewusstseins über die Vollendung des Riesenwerks am Panamakanal, und ohne den leisesten Zweifel zu hegen an der Unbeschränktheit der zu seiner Verherrlichung verfügbaren Mittel, muss dieses Monument mit seiner akrobatischen Prachtentfaltung doch nachdenklich stimmen. Man denkt an Lessings „Laokoon“. Für unsere Begriffe ist dieses Monument eine versteinerte Zirkus-Pantomime, die unser viel kritisirtes Weltpostdenkmal in Bern<sup>1)</sup> weit in den Schatten stellt. Es fehlt nur noch der, den herannahenden Clou ankündigende, crescendo-Trommelwirbel mit dem Paukenschlag: rr rr rr rr rrrrrrrrBumm! „Da legst Di nieder!“ sagt in solchen Fällen der staunende Wiener. Kein Wunder, dass ob solcher Pracht und Kunstfertigkeit dem alten Indianer (Abb. 50) übel wird, dass er resigniert den Speer sinken lässt: Die Fährte der Ursprünglichkeit, der Natur, des gesunden Empfindens scheint hier in der Tat verloren. Wem käme vor diesen Bildern nicht Lenau in den Sinn: „Indianer stehn am lauten Strande —!“

Die Kunst eines Volkes ist Spiegelbild und Wertmesser einer Kultur. Gewiss, wir müssen an Ausstellungs-Architektur stets einen besondern Masstab anlegen; aber es hat alles seine Grenzen, selbst das dehnbare Messband. Wenn das vorliegende Monument *wirklich* amerikanisches Kunstempfinden zum Ausdruck bringt und befriedigt, dann fehlt uns der zu seiner Würdigung geeignete Masstab.

C. J.

### Der Märjelen-See und seine Abflussverhältnisse.

Eine hydrologische Studie von Ing. O. Lütschg, Bern,  
besprochen von Hans Roth, Ing. in Zürich.

Deutlicher denn je tritt für die Schweiz die Bedeutung der Wasserkräfte zutage. In den Berggegenden ist viel nutzbare Kraft vorhanden und es tauchte schon vor Zeiten die Frage auf nach der Grösse der noch zu gewinnenden

<sup>1)</sup> Vergl. die Bilder in Bd. LV, S. 38 und 39 (15. Januar 1910).

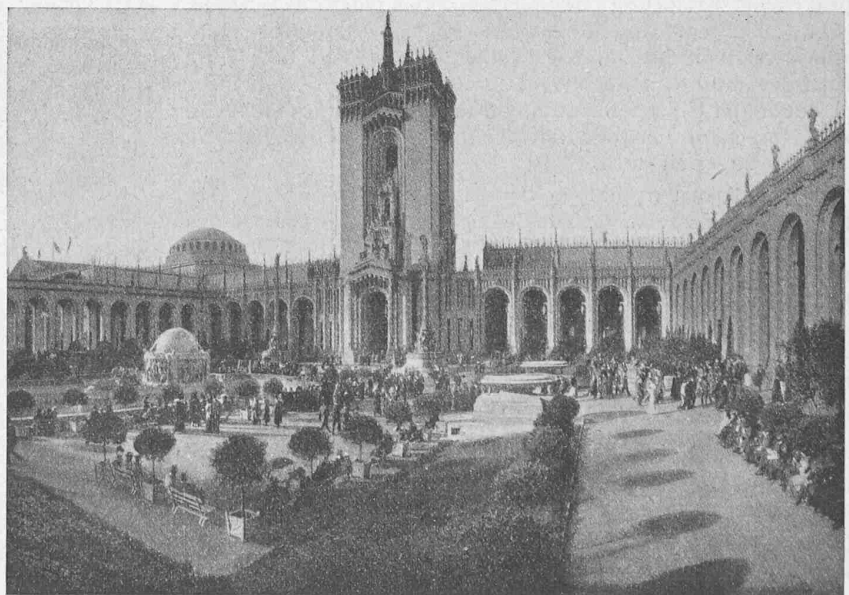


Abb. 49. Der Hof des Ueberflusses (Court of Abundance).

elektrischen Leistung. Die Leistung hängt hier ab von den Gefällen einerseits, andererseits von der nutzbaren sekundlichen Abflussmenge der Gebirgsgewässer, d. h. von der jeweils als massgebend erkannten Nutzmenge.

So leicht sich für generelle Zusammenstellungen die angenäherten Nutzgefälle feststellen lassen, so schwierig gestaltet sich die auch nur annäherungsweise Ermittlung der massgebenden Nutzmenge. Wassermessungen wurden nicht, oder meist nur vereinzelt ausgeführt; es bleibt, sofern Mittel und Zeit zu eingehenden Studien fehlen, nichts anderes übrig, als die Nutzmenge zu schätzen. Dabei können aber grobe Fehler unterlaufen, selbst dann, wenn Abflusskoeffizienten aus benachbarten, hydrologisch ähnlichen Flussgebieten vorliegen; dies geht unzweideutig aus dem Vergleich der später folgenden Tabellen hervor. Diese liefern den Beweis, dass es für Gebirgsgegenden keine allgemein gültigen Abflusskoeffizienten gibt.

Es bleibt deshalb in der Regel nichts anderes übrig, als längere Vorstudien vorzusehen, um sichern Aufschluss über die Wasserhältnisse zu erlangen. In Gebieten mit grossem Stauvermögen ist der totale Jahresabfluss, bei geringem Stauvermögen die minimale, d. h. meist die winterliche Abflussmenge zu ermitteln. Beide Aufgaben bieten bei der überaus unsteten Wasserführung der Gebirgsbäche nicht geringe Schwierigkeiten.

Die Wassermengen der Gebirgsbäche schwanken nicht nur mit den Jahreszeiten, sie sind meist starken täglichen Schwankungen unterworfen. Zudem lässt sich die Menge nicht einfach aus der Wasserstandshöhe am Pegel ableiten, weil infolge der Unstetigkeit der Wasserführung und des meist unausgeglichenen Längenprofils die Sohle des Pegelprofils sich leicht verändern kann.

Welch' mannigfache andere Schwierigkeiten sich bieten, und wie man diesen zu begegnen hat, kann aus dem Werk von Ing. O. Lutschg ersehen werden. Diese hydrologische Studie umfasst allerdings speziell die Einzugsgebiete der Massa und des Fiescherbaches (Abb. 1, S. 145), tritt dann eingehend auf den im Gebiet der Massa liegenden Märjelen-See ein, berücksichtigt aber auch die bis jetzt gewonnenen Ergebnisse aus andern Gebirgsgewässern. Die langjährige praktische Erfahrung des Verfassers kommt der Studie sehr zustatten. Ingenieur Lutschg begnügt sich nicht damit, statistisches Material sowie Aufschluss über die Kraftgewinnung in hochliegenden Gebirgstälern zu liefern; er sucht die Ursachen auffallend ungleicher Wasserführung zu erforschen, um dadurch weitere wasserwirtschaftliche Studien zu erleichtern.

Die Arbeiten sind im Band I der „Annalen“ der Abteilung für Wasserwirtschaft des Schweiz. Departements des Innern gesammelt; Herr Direktor Dr. Léon W. Collet hat diesem ersten Band ein Geleitwort mitgegeben. Der zweite Band, eine Abhandlung über Geschiebetransport, stammt aus der Feder von Direktor Collet selbst.<sup>1)</sup> Diese Annalen sind Sammelwerke für wissenschaftliche Studien; ihr Format erlaubt die Veröffentlichung grösserer Arbeiten, sowie die Beigabe zahlreicher Tabellen, Zeichnungen und Photographien. Sie bilden eine wertvolle Neuschöpfung und dürften, wie die bereits gut eingeführten „Mitteilungen“ in Kürze in weiteren Kreisen beliebt werden.

Die Schlussfolgerungen der einzelnen Studien im I. Band sind sowohl dem Naturforscher wie dem Ingenieur höchst willkommen. Es sei deshalb gestattet, auszugsweise einiges davon wiederzugeben.

<sup>1)</sup> «Le charriage des aluvions», Bern 1916.

## Reise-Eindrücke aus Nord-Amerika



Abb. 51. Inneres einer Halle für landwirtschaftliche Produkte. — Weltausstellung San Francisco 1915.

### I. Abflussmengen der Gebirgsbäche

unter besonderer Berücksichtigung der Gletscherbäche und der Minimalwassermengen.

Bis zur Stunde war der Begriff der Minimalwassermenge dehnbar. Ingenieur Lutschg sucht willkürlichen Auslegungen Einhalt zu gebieten und es wäre wünschenswert, wenn sein folgender Vorschlag allgemein Annahme fände:

„1. Unter den *ordentlichen Minima* verstehen wir solche Abflussmengen, die in der Regel jährlich wiederkehren und dabei in ihrem Auftreten in ein und derselben Niederwasserperiode eine gewisse Beständigkeit zeigen. Der Verlauf der winterlichen Abflussmengen erleidet durch das Eintreten dieser ordentlichen Minima in ihrer Stetigkeit keine Unterbrechung.

2. Die *ausserordentlichen Minima* sind solche, die sich von den ordentlichen Minima in der Weise unterscheiden, dass sie grössere oder kleinere Werte aufweisen als die ordentlichen Minima.

3. Unter den *mittleren Minima* verstehen wir diejenigen Abflussmengen, die als arithmetische Mittel aus den Minima einer langen Reihe von Jahren berechnet sind. Sie kommen der Kategorie I der ordentlichen Minima am nächsten und schliessen das Auftreten ausserordentlicher Minima in sich. Als Ursache der ausserordentlichen Minima werden ausgeführt:

- |    |   |                                       |
|----|---|---------------------------------------|
| a) | Starker Schneefall;   | Folge: Aufsaugen von Wasser.          |
| b) | Eisbildung;   | „ Zurückgehen des Abflusses bis 50 %. |
| c) | Lawinen;  | „ Hemmen des Abflusses.               |
| d) | Versickerung;   | „ Anderweitiges Abführen von Wasser.  |
| e) | Andauernde Trockenheit;   | „ Versiegen v. Zuflüssen              |
| f) | Hohe Temperatur und Abfluss von flüssigen Niederschlägen im Winter; | „ Plötzliches Anschwellen der Bäche.  |

Es ist somit bei Vornahme von Niederwassermessungen streng Vorwerk zu nehmen von sämtlichen Einflüssen im Einzugsgebiet.“

Die verschiedenartigen Ursachen werden durch zahlreiche Beispiele und Zahlenmaterial nachgewiesen und durch wertvolle Aussagen bekräftigt, so z. B.:

„Leider lassen sich die aussergewöhnlichen Minima während der Flusseisperiode an Hand von Pegelbeobachtungen nicht nachweisen. Durch die Eisbildung wird

Tabelle I. Mittlere Abflussmengen

des Rheins bei Tardisbrücke und der Rhone bei Porte du Scex.

Monat	Rhein	Rhone	Rhein	Rhone
	1904		1905	
	sek-l/km <sup>2</sup>		sek-l/km <sup>2</sup>	
Januar	7,44	7,20	7,56	6,67
Februar	6,62	9,75	7,47	4,31
März	6,74	8,85	8,57	6,46
April	26,11	29,06	14,95	14,10
Mai	78,53	60,58	43,27	28,36
Juni	101,49	99,23	88,83	63,55
Juli	45,12	<b>93,44</b>	63,03	<b>94,30</b>
August	19,20	<b>72,10</b>	56,60	<b>82,12</b>
September	22,75	<b>35,18</b>	40,43	<b>51,71</b>
Oktober	14,67	16,30	21,13	21,38
November	11,90	9,18	16,72	15,06
Dezember	9,58	7,28	10,75	10,12
Mittel	29,25	37,44	31,72	33,38

Einzugsgebiet  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Tardisbrücke} = 4259,62 \text{ km}^2. \text{ Vergletscherung } \frac{G}{E} = 0,039 \\ \text{Porte du Scex} = 5219,33 \text{ km}^2. \text{ Vergletscherung } \frac{G}{E} = 0,179 \end{array} \right.$   
(E = Einzugsgebiet in km<sup>2</sup>; G = Gletscheroberfläche in km<sup>2</sup>.)

nämlich fast ausnahmslos die Flusssohle gehoben, das Profil seitlich eingengt, sodass den kleinsten Wassermengen nicht die kleinsten, sondern höhere Pegelstände entsprechen. Solche Minima können also nur an Hand direkter Flügelmessungen einwandfrei nachgewiesen werden.“

Pegelbeobachtungen allein genügen auch hier nicht. Man sieht aufs neue, wie schwer es hält, die Minima im Winter oder etwa gar die benutzbare Wassermenge während der Dauer eines Jahres genau festzustellen. Es zeigt sich also nebenbei, wie wenig rationell es wäre, wenn im neuen Wasserrechtsgesetz der Begriff der benützten Wassermenge als Grundlage für den Wasserzins gewählt würde.<sup>1)</sup>

Seine reiche Erfahrung ermöglicht es Lütshg, praktische Winke zu geben, so z. B. für die Vornahme von Wassermessungen direkt oberhalb von Wehren. Die Bachsohle ist an diesen Stellen gegen früher meist erhöht, feiner Kies und Sand bilden nicht selten eine Art Filterboden, Wasser sickert fort. Das Minimum würde sich deshalb bei gutem Auspichen der Bachsohle erhöhen. Wiederum braucht man sich nicht zu wundern, wenn im kiesigen Talgrund weniger oberirdisch fließendes Wasser zu finden ist als weiter oben an Stellen, wo das Bachbett direkt in undurchlässigen Fels eingeschnitten ist.

Weiter nimmt Ing. Lütshg nicht selten die Gelegenheit wahr, auf die typische Verschiedenheit in der Schwankung der Wasserführung zur Sommer- und Winterzeit hinzuweisen. In Vergleich kommen: der Wildbach, der Quellbach und der Gletscherbach.

Trotzdem der letztgenannte im Wasserhaushalt der Schweiz eine sehr wichtige Rolle spielt, waren bis jetzt nur wenige Angaben erhältlich. Die Studie wird schon deshalb begrüsst werden, weil sie neues Vergleichsmaterial und neue Gesichtspunkte betr. die Wasserführung der Gletscherbäche enthält. So z. B. finden wir folgende *Schlussfolgerungen* über die *Minima der Gletscherbäche*:

„1. Der Gletscher verschärft die Minima der Wassermenge der Gebirgsbäche.

2. Die winterliche minimale Abflussmenge des Gletschers hängt nicht nur von seiner Grösse, sondern noch von vielen anderen Faktoren ab. Einen festen Betrag für den minimalen sekundlichen Abfluss pro km<sup>2</sup> zu geben, ist nicht, oder nur innerhalb gewisser Grenzen möglich.

3. Die minimale Abflussmenge des Gletscherbaches beim Gletschertor entspricht in der Hauptsache einem Teil des Quellertrages des Gletschertales.“

<sup>1)</sup> Trotz Belehrung von berufener Stelle hat der National-Rat (am 29. IX. 1915) an der unzweckmässigen Definition festgehalten! Red.

Tabelle II. Minimale Abflusskoeffizienten.

E = Einzugsgebiet in km<sup>2</sup>; G = Gletscheroberfläche in km<sup>2</sup>.

	Rhone			Aare			
	Einzugsgebiet	l/km <sup>2</sup>	$\frac{G}{E}$	Einzugsgebiet	l/km <sup>2</sup>	$\frac{G}{E}$	
Gletsch	km <sup>2</sup> 38 87	3,4	0,62	Grimsel	km <sup>2</sup> 91,35	1,8	0,57
Reckingen	km <sup>2</sup> 214,61	7,9	0,23	Guttannen	km <sup>2</sup> 164,29	1,4	0,42
Fiesch	km <sup>2</sup> 317,90	8,9	0,18	Innertkirchen	km <sup>2</sup> 446,91	3,5	0,21
Brig	km <sup>2</sup> 831,20	8,6	0,32	Stegmattbrücke	km <sup>2</sup> 553,74	5,9	0,27

Im schroffen Gegensatz dazu steht die *Wasserführung der Gletscherbäche zur Sommerzeit*. Der Gletscherbach erhöht wesentlich die Abflussmenge des Haupttaflusses. Man denke an den trockenen Sommer 1911, sowie an die Wassernot im Rhonetal während der regenlosen Periode vom 23. zum 30. Juni 1897. Im Sommer 1911 schossen die Wasser in tausend Eisrinnen über die apert Gletscher; auf Schritt und Tritt waren in den Bergen Bäche zu überspringen, während unten im Land die Quellen versiegten. Damals ward sich der Techniker plötzlich des Wertes der Gletscher für die Wasserkraftnutzung in trockenen Jahren bewusst. Man vergleiche in nebenstehender Tabelle I insbesondere die Monate Juli und August; ein Vergleich der Rhone mit Thur oder Emme wäre noch sprechender.

Der Gletscher ist und bleibt stets ein launischer Wasserlieferant. Vergleicht man die Wasserstandkurven mehrerer Gletscherbäche, so werden sich bei dem einen oder andern Anschwellungen finden, die weder besonders heissen Tagen entsprechen, noch von ausserordentlichen Regengüssen herrühren.

Solch plötzliche Hochwasser können der Erschliessung der Hochtäler durch Bahn und Strasse deshalb besonders gefährlich werden, weil keinerlei Anzeichen das Hervorberechen der Wildwasser voraussehen lassen. Diese Wasserschwalle stehen mit Vorgängen im Gletscherinnern im Zusammenhang; sie brechen aus dem Gletscher hervor, wann in Spalten und Klüften gefangene Wassermassen infolge des Zusammenbruchs sperrender Eisriegel plötzlich frei werden.

Andererseits ist das Gletschereis von Bläschen und Haarspalten durchsetzt, saugt nach und nach Wasser auf und gibt es später langsam wieder ab. Der Gletscher besitzt wie das Kalkgebirge ein Retentionsvermögen. Niederschläge und Schmelzwasser gelangen nach und nach in abgeschwächtem, ausgeglichener Masse zum Abfluss; trotz diesem Retentionsvermögen ist das scharfe tägliche Anschwellen der Gletscherwasser gut bemerkbar.

Wie bereits erwähnt, sind die Minima der Gletscherbäche relativ sehr klein; der Grund ist hauptsächlich im Retentionsvermögen der Gletscher zu suchen. (Vergleich der Abflussmengen in Gletsch und Fiesch, Tabelle II.)

In der Regel sind die minimalen Abflusskoeffizienten ein und desselben Gewässers um so grösser, je tiefer die Messtellen liegen.

Auch die minimalen Abflussmengen pro km<sup>2</sup> von Aare und Rhone sind sehr ungleich. Noch auffallender tritt aber die Verschiedenheit in der Wasserführung in Erscheinung, wenn man die winterlichen Koeffizienten von Massa und Fiescherbach vergleicht, Tabelle III, Seite 144.

Das eingehende Studium der beiden benachbarten Gletscherbäche während der Sommerperiode führt zu weiteren eigenartigen Ergebnissen:

„1. Die sommerliche Abflussmenge des Fiescherbaches und der Massa ist eine direkte Funktion der Temperatur. Während die flüssigen Niederschlagsmengen einzelner Tage noch einen Einfluss auf das Flussregime auszuüben vermögen, verschwindet ein solcher völlig bei Vergleichung von ganzen Perioden, z. B. von mittleren Monatswerten.

2. Der Fieschergletscher liefert verhältnismässig in den beiden Schmelzmonaten Juli und August bei relativ hohen Temperaturen mehr, bei relativ niedrigen Temperaturen weniger Wasser als der grosse Aletschgletscher.“

Tabelle III. Minimale Abflusskoeffizienten.

Datum	E in km <sup>2</sup>	l/km <sup>2</sup>	$\frac{G}{E}$
a) Fiescherbach bei Fiesch			
17. II. 1903	79,98	6,5	0,52
18. II. 1903	79,98	4,5	0,52
24. II. 1903	79,98	8,4	0,52
23. II. 1907	83,38	5,6	0,50
b) Massa bei Gebidem			
9. III. 1903	200,24	1,4	0,73
7. II. 1913	201,99	1,3	0,72
c) Massa bei Bitsch			
29. I. 1902	205,01	1,5	0,71
3. III. 1903	205,01	1,8	0,71
6. II. 1913	205,01	1,4	0,71

Nachforschungen ergaben, dass die Verschiedenheit der Wasserführung in direktem Zusammenhang steht mit den ungleichen Schmelz- und Abflussverhältnissen der beiden Gletscher. Es bestimmen also Lage und Form der Gletscher direkt die Wasserführung des Gletscherbaches. Da aber Form und Grösse der Gletscher sich im Lauf der Jahre stets ändern, müssen auch ihre Abflussverhältnisse wechseln. Im vorliegenden Fall z. B. werden die Schmelz- und Abflussverhältnisse beeinflusst:

a) *durch die Meereshöhe*: Die mittlere Höhe des Einzugsgebietes des Fiescherbaches ist um etwa 200 m tiefer als bei der Massa.

b) *durch die Entfernungen der Talwandungen*: Der Fieschergletscher ist wenig breit und liegt tief zwischen hohen Bergen in einem Wärmekessel gebettet. Der Aletschergletscher dagegen ist ein hochgelegener, gewaltig breiter Eisstrom. Frische Winde streichen über den breiten Eisrücken.

c) *durch das Gefälle*: Das Längenprofil des Fieschergletschers ist stärker geneigt, der Gletscher mehr zerklüftet, daher die Gletschergeschwindigkeit und das Abschmelzen intensiver. Der stark zerrissene Gletscher besitzt zudem geringeres Retentionsvermögen als der Aletschgletscher.

Um besser vergleichen zu können, waren auch im Sommer Messungen vorzunehmen. Flügelmessungen in den wilden Sommerwassern der Massa versagten, die Methode der Salzlösung aber ergab dort gute Ergebnisse. Zur Beurteilung der Abflussverhältnisse des Fiescherbaches wurden die Pegelstände der Jahre 1897 bis 1913 beigezogen. Es stellte sich aber heraus, dass sich während dieser Periode die Sohle im Pegelprofil um 0,39 m gehoben hatte. Trotzdem dürfen die Pegelablesungen zum Vergleich benutzt werden, nur ist eine Korrektur nötig; diese aber lässt sich hier, wie für die meisten Gewässer, einwandfrei anbringen.

Es bleiben sich nämlich die Winterwassermengen ziemlich gleich; für diese mehr oder weniger konstanten Abflussmengen stehen aber die Pegelablesungen zur Verfügung. Hat sich nun die Sohle von einem Jahr zum andern erhöht, so ist auch der Winterwasserstand am Pegel im zweiten Jahr um einen gewissen Betrag grösser. Man ist also in der Lage, eine Korrekturstabelle aufzustellen.

Dadurch war es möglich, für 16 Jahre die Abflussmengen festzustellen und auf dieser Grundlage einen Kraftnutzungsplan zu entwerfen. Ing. H. Eggenberger, Ingenieur bei der Abteilung für Einführung des elektrischen Betriebes der S. B. B., hat die Ergebnisse laut Tabelle IV erhalten.

Auch hierin kommt der Einfluss der verschiedenen Gletscherformationen deutlich zum Ausdruck. Zur Verbesserung der Kraftverhältnisse dachte man an den Märjelen-See als willkommene Winterreserve. Der See selbst ist aber ein etwas unzuverlässiger Geselle, besonders die etwa 80 m hohe Stauwand aus Eis lässt, was Dichtigkeit anbe-

Tabelle IV. Verfügbare Wasserkräfte.

	Fiescherbach	Massa	
Einzugsgebiet E . . . . .	76 km <sup>2</sup>	200 km <sup>2</sup>	
Totale Abflussmenge {	Ordentl. Minimum	0,37 m <sup>3</sup> /sek	0,20 m <sup>3</sup> /sek
	9 monatlich	0,56 m <sup>3</sup> /sek	0,70 m <sup>3</sup> /sek
	6 monatlich	1,70 m <sup>3</sup> /sek	1,60 m <sup>3</sup> /sek
Nutzbare Gefälle . . . . .	210 m	591 m	
Verfügbare Netto-Leistung bei 75% Wirkungsgrad der Motoren . . . . .	Ordentl. Minimum	780 PS	1180 PS
	9 monatlich	1180 PS	4140 PS
	6 monatlich	3550 PS	9460 PS

langt, verschiedentlich zu wünschen übrig. Da der See sich zeitweise auch zu entleeren pflegt, oft langsam, hie und da aber plötzlich, kann er als Reserve nicht in Betracht kommen, überdies hat er gerade im Winter meist wenig Wasser. Auf das rätselhafte Verhalten des Sees werden wir im folgenden eintreten. (Schluss folgt.)

### Beseitigung von durch Explosionsmotoren hervorgerufenen Erschütterungen.

Das Elektrizitätswerk der Stadt La Chaux-de-Fonds erbaute im Jahre 1899 eine Reservezentrale mit zwei Gasmotoren zu 250 PS und 180 Uml/min, die von der Gasmotorenfabrik Deutz geliefert wurden. Es sind Viertaktmotoren mit zwei parallelen Zylindern, deren Kurbeln um 360° versetzt sind. Jeder Gasmotor ist mit einem Gleichstromgenerator direkt gekuppelt. Die beiden Maschinenruppen ruhen je auf einem Betonklotz von 7 × 9,5 m Grundfläche und etwa 6 m Höhe. Die Fundamente konnten seinerzeit nicht auf gewachsenen Fels gestellt werden, da der Untergrund bis auf mindestens 20 m Tiefe nur aus lehmhaltigem Mergel besteht.

Schon gleich bei der Inbetriebsetzung machten sich starke Erschütterungen in einem Teil der benachbarten Häuser bemerkbar, die, wenn auch nicht gefährlich, doch von den Bewohnern äusserst unangenehm empfunden wurden. Dabei wurden besonders jene Häuser in Mitleidenschaft gezogen, deren Fundierung auf derselben Mergelschicht wie jene der Gasmotoren ruht.

Die Gasmotorenfabrik suchte die Erschütterungen durch Anbringung von Gegengewichten an den Kurbelköpfen und an den Schwungrädern zu beseitigen, allein ohne Erfolg. Die Gegengewichte bewirkten nur eine Aenderung der Wellenlänge der Stösse, sodass nunmehr andere Gebäude davon berührt wurden. Die Erschütterungen machten sich in den Häusern unter anderm dadurch bemerkbar, dass das Küchengeschirr auf den Gestellen erzitterte und auch etwa Spiegel oder aufgehängte Bilder herunterfielen. Um sie wenigstens etwas zu vermindern, wurde die Umdrehungszahl auf 165 herabgesetzt, wodurch natürlich auch die Leistung entsprechend geringer wurde.

Man begnügte sich mit den erreichten Ergebnissen, zumal die Gasmotoren nur äusserst selten zum Betrieb herangezogen wurden, bis vor einigen Jahren an einem der Zentrale benachbarten Gasometer Risse im Bassin festgestellt wurden, die sich in einem starken Wasserverlust bemerkbar machten. Wahrscheinlich sind zwar die Risse durch den 1910 in nächster Nähe des Gasometers erfolgten Bau tiefer Kohlensilos entstanden, aber es liegt die Vermutung nahe, dass die von den Gasmotoren herrührenden Erschütterungen diese Risse erweitert haben, denn es wurde nach einer längern Marschdauer der Motoren eine erhebliche Vergrösserung des Wasserverlustes festgestellt. Diese Tatsache bewirkte, dass die Gasmotorenreserve während mehrerer Jahre gar nicht benützt wurde, insbesondere weil man auch das etwas baufällige Kamin des nahen Gaswerkes gefährdet glaubte.

Um die Anlage bei Leistungsstörungen sowie zur Lieferung von Spitzenkraft doch wieder zum Betrieb heranziehen zu können, wurde die Frage vor etwa zwei Jahren aufs neue studiert. Professor Dr. A. Stodola, der als Experte zugezogen wurde, fand die Erklärung für die interessante Erscheinung.

Darnach sind die bestehenden Gegengewichte richtig berechnet zur Beseitigung der horizontalen Massendrücke, die von den hin- und hergehenden Massen stammen, und

bloss in der Horizontalebene bewegte Massen auszugleichen, sodass der Schwerpunkt des ganzen Systems beim Gang seine Lage nicht mehr ändert. Herr Professor Stodola schlug dafür zwei Wege vor:

1. Ausgleich innerhalb eines Maschinenaggregates durch Zusatzmassen.
2. Ausgleich der schwingenden Massen des einen Aggregats durch die synchron bewegten Massen des andern Aggregats.

### Der Märjelen-See und seine Abflussverhältnisse.



Abb. 1. Uebersichtskarte des Aletsch- und des Fiescher-Gletschers, 1:150 000. — Mit Bewilligung der schweiz. Landestopographie vom 19. Aug. 1916.

deren Ausbalancierung in den meisten Fällen genügt; aber senkrecht zur Schubrichtung bestehen noch freie Komponenten der Fliehkräfte und diese sind es, welche die Schwingungen hervorrufen. Da sie nicht im Schwerpunkt des Fundaments angreifen, bewirken sie ein Pendeln der Maschine mit ihrem ganzen Fundament auf dem als elastische Unterlage wirkenden lehmigen Untergrund.

Um die Schwingungen zum Verschwinden zu bringen waren die hin- und hergehenden Teile ausschliesslich durch

Die zweite Lösung hätte ein ganz präzises Zusammenarbeiten der beiden Gruppen und ausserdem eine absolute Starrheit der Fundamente erfordert, welche letztere die Anbringung eines mächtigen gusseisernen Rahmens von etwa  $20 \times 9,5 \text{ m}$  um die Fundamentklötze der beiden Maschinengruppen bedingt hätte. Auf diese Lösung wurde daher als zu kompliziert und auch zu teuer nicht eingetreten. Dagegen liess sich der Ausgleich innerhalb eines Maschinenaggregats verhältnismässig einfach und ohne