Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: - (1914)

Vereinsnachrichten: Sektion für Geophysik und Meteorologie

Autor: [s.n.]

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

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

III

Sektion für Geophysik und Meteorologie

---

1. Herr Prof. Dr. A. Gockel (Freiburg): *Abhängigkeit der Lichtweite von der Wetterlage.*

2. M. le Dr L.-W. Collet (Berne). — *Deuxième note sur le charriage des alluvions dans certains cours d'eau de la Suisse.*

Dans une première note [1] j'ai fait remarquer que ce n'était guère que par l'étude de l'accroissement des deltas lacustres que l'on pouvait se faire une idée un peu exacte des alluvions entrainées par roulement sur le lit d'un cours d'eau. J'ai communiqué les résultats obtenus par le Service de l'Hydrographie nationale pour le delta de l'Aar dans le lac de Bienne, celui de la Linth dans le lac de Wallenstadt et enfin celui du Rhin dans le lac de Constance.

Qu'il me soit permis de revenir ici sur la question des « Matériaux en suspension dans l'eau ». Dans la note précitée j'ai signalé sans l'expliquer un charriage considérable (max. 32,953 gr. par litre) de matières en suspension par les eaux de la Drance à Martigny-Bourg en juillet et août 1909. L'année 1911 qui a eu un été chaud par excellence et qui a donné des niveaux beaucoup plus élevés à la Drance en été n'a enregistré qu'un charriage maximum de 5,498 gr. par litre. Je me suis donc demandé tout d'abord si l'on ne se trouvait pas en présence d'une erreur de dosage ou si cette forte teneur n'était peut-être pas due à la construction de la ligne de Martigny-Orsières! A la suite de rapports d'ingénieurs de la ligne j'ai écarté cette dernière sup-

[1] Charriage des alluvions dans certains cours d'eau de la Suisse. *Archives des Sc. phys. et nat.*; quatrième période, t. XXXVII, Juin 1914, 529—533, Genève.

position. Quant à la première elle est tombée d'elle-même lorsque j'ai constaté que la Borgne pendant les mêmes mois de la même année avait également donné une formidable vague de sable (max. 35,14 gr. par litre et non 58,8 comme je l'ai indiqué dans ma première note).

En étudiant les observations météorologiques faites au Grand Saint-Bernard[1] on remarque que *la température moyenne en 1909 ne s'est relevée au-dessus de zéro que tardivement,* seulement à partir du 14 juillet. Jusqu'à cette date la température est restée très basse pour la saison comme le montrent des écarts négatifs avec la normale. Or *la quantité de sable commence à augmenter précisément au moment où l'élévation de la température se fait sentir sur la montagne.* La vague de sable de l'été 1909 est donc due, pour la Drance et la Borgne, à une vague d'eau produite par une augmentation subite de la température sur la montagne. Les produits de désagrégation des roches ont été rapidement et puissamment entraînés tandis que dans d'autres années ce phénomène est moins aigu.

Ceci dit, voyons un peu la *variation diurne* de la quantité de matières en suspension dans un cours d'eau à régime glaciaire comme le Rhône.

J'ai fait prélever 10 échantillons d'eau dans l'espace de 36 heures, les 6 et 7 août 1913, dans le Rhône à Gampenen. Le graphique (planche I) montre mieux que par des longues phrases les variations diurnes de la teneur en troubles. Il importe donc lorsqu'on étudie le charriage des alluvions en suspension dans un cours d'eau, au moyen d'un seul dosage par jour, de déterminer si le résultat obtenu est un minimum, une moyenne ou un maximum. Des erreurs considérables peuvent être faites surtout si l'on veut déterminer le charriage mensuel ou annuel. Il va sans dire qu'un soin tout particulier doit être voué à l'étude du débit si l'on veut éviter également de grosses erreurs.

Pour compléter ma première note je transcris ici les résultats de quelques dosages de troubles en suspension dans l'eau de la *Petite Emme à Schüpfheim.*

[1] *R. Gautier.* Résumé météorologique de l'année 1909 pour Genève et le Grand Saint-Bernard, *ibid.,* Novembre et Décembre 1910.

Date	Limnimètre	Alluvions en gr. par litre
14 nov. 1913	6.52	0.501
10 janv. 1914	6.59	2.509
6 mars »	6.98	0.700
7 id. »	7.04	1.991
8 avril »	6.30	2.322
15 mai »	6 41	0.728
1er juill. »	7.10	48.687
15 id. »	6 45	7.886
6 août » a. m.	6 98	5.385
6 id. » p. m.	7.05	1.972

Les chiffres ci-dessus prouvent que la teneur en troubles n'est pas proportionnelle à la hauteur d'eau.

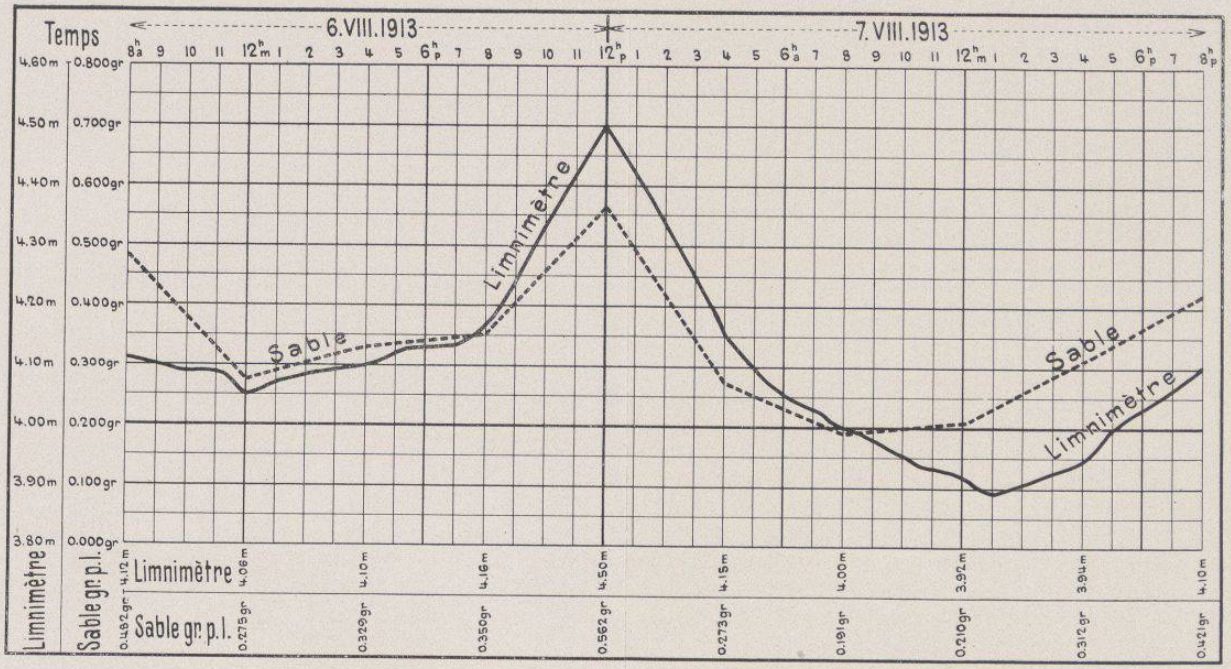
Je publierai prochainement avec mes collaborateurs une étude détaillée sur la question du charriage des alluvions dans les cours d'eau ainsi que les cartes des deltas récemment levées, dans le second volume des *Annales Suisses d'Hydrographie.*

3. Herr Ing. O. Lütschg (Bern). — *Die tägliche Periode der Wasserstandsbewegung des Märjelensees.*

Der Märjelensee, ein Gletscherstausee am Grossen Aletschgletscher, zerfällt zurzeit in ein östliches Becken: den Vordersee, und in ein westliches Becken: den Hintersee. Der Vordersee gehört in die Gruppe der Seen mit kontinuierlichem Abfluss, der Hintersee aber, im Gegensatz zum Vordersee, in die Gruppe der Stauseen mit periodischem Abfluss. In der Zeit seines Wachstums ist er in der Regel ein vollkommen abflussloser See, in der Periode der Absenkung (des Ausbruches) gehört er in die Gruppe der Seen mit Abfluss. Seine Niveau-Schwankungen sind gerade das Gegenteil von denjenigen des Vordersees, nämlich ungewöhnlich grosse. Es sei in dieser Hinsicht auf die demnächst erscheinende Publikation [1] hingewiesen.

Eine interessante Erscheinung ist die *tägliche Periode der Wasserstandsbewegung des Hintersees.*

[1] « Annalen Nr. 1 der Schweiz. Landeshydrographie. Der Märjelensee und seine Abflussverhältnisse », von Ing. O. Lütschg.



Variation diurne de la teneur en sable des eaux du Rhône à Gampenen les 6 et 7 VIII 1913.

Betrachtet man in der Morgenfrühe die Gletscheroberfläche, so liegt sie regungslos da. Je höher die Sonne steigt, desto wirkungsvoller wird die direkte Sonnenstrahlung und desto mehr belebt sich die Oberfläche. Es bilden sich erst kleine, dann grössere Wasserrinnen, die bis zu gewaltigen Bächen anwachsen können und die teils auf sichtbare, teils auf unsichtbare Weise, längs den Randspalten oder durch interglaziale Kanäle direkt dem See zufliessen und dessen Wassermassen vergrössern.

Auch die vielen kleinen und grossen Eisberge, die dem See einen so reizvollen Charakter verleihen, nehmen allmählich eine andere Gestalt an. Der im See liegende Teil der Eisberge wird durch den Wärmegehalt des Wassers und der über die Wasserspiegelfläche hervorragende Teil durch den Einfluss der direkten Sonnenstrahlung und der Temperatur der ihn umgebenden Luft nach und nach geschmolzen. Neue Eisblöcke brechen fortwährend wieder ein, namentlich in den frühen Morgenstunden und verursachen eine mehr oder weniger grosse Steigung des Sees.

Diese tägliche Periode des Abschmelzens des Gletschers und der Eisberge, der Mehrertrag der Seitenbäche und des Zuflusses vom Vordersee, die in der Wärmeperiode von den vereinzelten Schneeüberresten stärker gespiesen werden und deshalb auch täglichen Schwankungen ausgesetzt sind, wirken auf den Stand des Sees ein. Natürlich vergeht eine gewisse Zeit, bis sich das Schmelzwasser von all den verschiedenen Stellen seiner Entstehung in den See ergiesst. So kommt es, dass die maximale Wasserspiegelhöhe des Sees nicht auf die ersten Nachmittagsstunden d. h. in die Periode der maximalen Sonnenintensität und Temperaturen fällt, sondern auf die Stunden des Sonnenunterganges. In der Nacht nehmen die Zuflüsse wieder ab, am Morgen erreichen sie ihr Minimum und beginnen erst wieder anzuwachsen, nachdem die Schmelzung eine geraume Zeit neu eingesetzt hat.

Natürlicherweise ergibt sich in Bezug auf das Steigen und Fallen des Sees ein unruhiges Bild, da alle unregelmässig verlaufenden Einflüsse, wie sie namentlich durch das Zusammenwirken der meteorologischen Faktoren hervorgerufen werden, zum Vorschein und auch zur Geltung kommen.

In Betracht fallen hauptsächlich nachstehende Erscheinungen: Das Losbrechen der Eisstücke im Gebiete der Gletscherwand und die Ausfressungen (Unterhöhlungen) an der Gletscherwand hervorgerufen durch den Wärmegehalt des Seewassers, beides Faktoren, die ein Zurückgehen der Gletscherzunge zur Folge haben; ferner die Vorwärtsbewegung der Gletscherzunge in das Becken des Sees, und die Verdunstung.

An Hand der hier aufgezeichneten Einzelbeobachtungen und der graphischen Darstellung in Fig. A dürfte die Charakteristik des Ganges der täglichen Schwankung deutlich genug hervortreten.

Beobachtungen vom 30. September bis 4. Oktober 1908

Datum	Zeit	m ü. M.	Pegelstand in m
30. Sept. 1908	9^h30 a.	2322.441	(33.222)
Id.	4^h13 p.	2322.446	(33.227)
1. Okt. 1908	8^h 0 a.	2322.441	(33.222)
Id.	11^h 0 a.	2322 441	(33.222)
Id.	12^h 0 a.	2322 443	(33.224)
Id.	3^h 0 p.	2322.460	(33.241)
Id.	4^h45 p.	2322.467	(33.248)
2. Okt. 1908	9^h 0 a.	2322.431	(33.212)
Id.	3^h 0 a.	2322.452	(33.233)
3. Okt. 1908	8^h50 a.	2322.446	(33.227)
Id.	1^h45 a.	2322.459	(33.240)
Id.	6^h 0 p.	2322.466	(33.247)
4. Okt. 1908	1^h 0 p.	2322.431	(33.212)

Der Gang der täglichen Periode gibt zu folgenden Bemerkungen Anlass: Die minimale Wasserspiegelhöhe des Sees fällt in die Morgenstunden, ungefähr um 8 Uhr, die maximale in die Abendstunden, ungefähr um 6 Uhr. Die Amplitude der täglichen Periode des Steigens des Sees erreicht beispielsweise für den 1. Oktober 1908 (Witterung sehr schön, windstill) den Betrag von rund 28 mm, was einer Vergrösserung des Seeinhaltes von rund 2350 m^3 gleichkommt; die Amplitude der täglichen Periode des Fallens des Sees vom 1. auf den 2. Oktober 1908 einen solchen

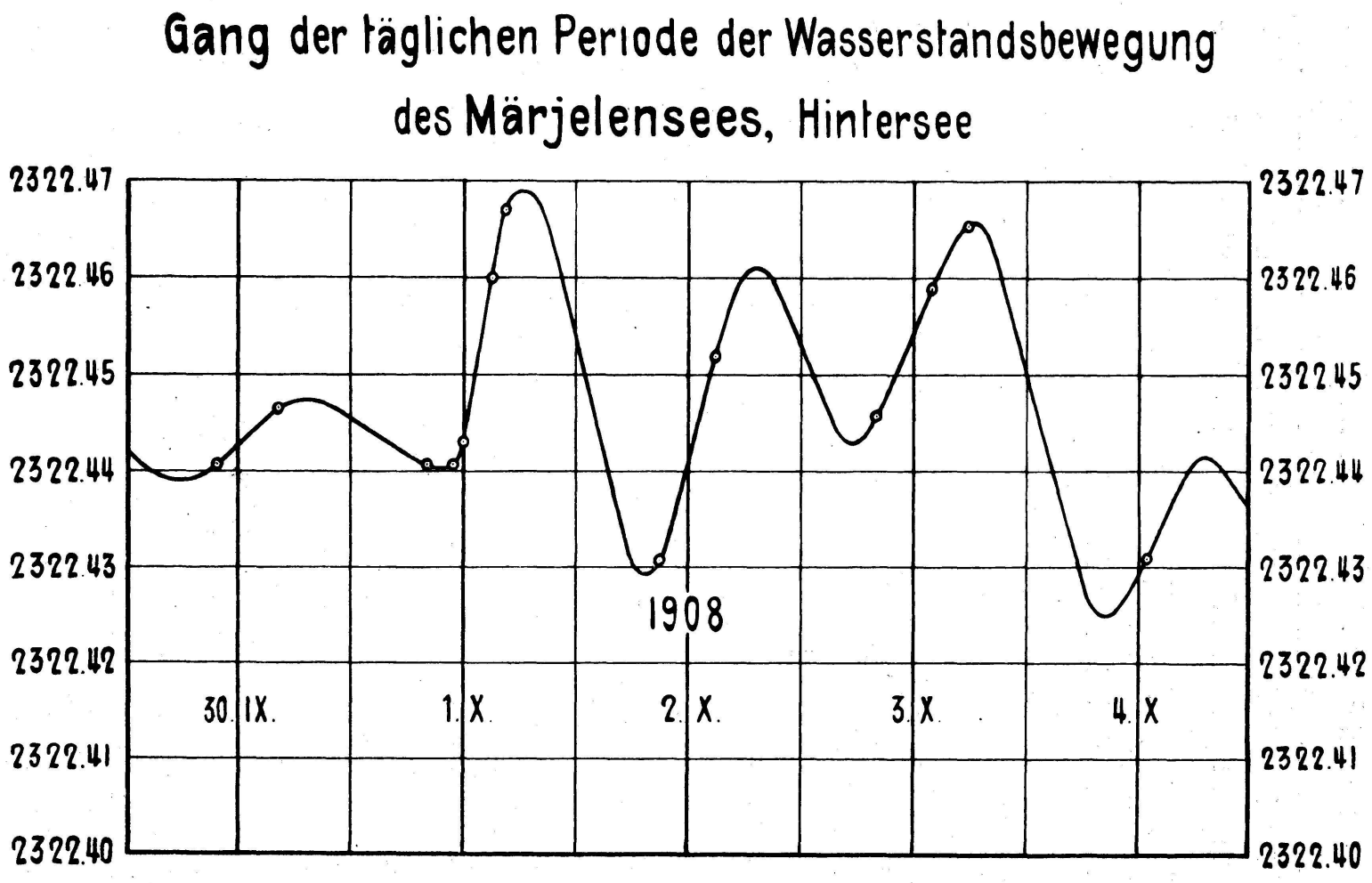

Gang der täglichen Periode der Wasserstandsbewegung
des Märjelensees, Hintersee
2322.47
2322.46
2322.45
2322.44
2322.43
2322.42
2322.41
2322.40
1908
30. IX.
1. X.
2. X.
3. X.
4. X.

Fig. A.

von rund 40 mm, was einer Verkleinerung des See-Volumens von 3360 m^3 entspricht.

Selbstverständlich ist die Amplitude eine sehr variable und steht namentlich mit den Jahreszeiten und den Witterungsverhältnissen in engstem Zusammenhange; sie hängt ferner ab vom Verhältnis zwischen der Oberfläche des Sees und der Wasserführung der Zu- und Abflüsse, und von den übrigen soeben erwähnten Erscheinungen.

Werfen wir einen Blick auf die graphische Darstellung der täglichen Periode in Fig. A, so fällt sofort auf, dass die tägliche Bewegung des Wasserstandes dieses Sees einen ähnlichen Charakter trägt, wie diejenige eines Gletscherbaches.

Die Frage nach der Ursache dieser interessanten, eigentümlichen Erscheinung ist eine leicht erklärliche. Eine, wenn auch nur gewisse Stunden des Tages andauernde Vergrösserung der Zufuhr, bewirkt ein Steigen des Wasserspiegels des Sees. Die Steigung des Sees ist unter der Annahme desselben Zuflusses, eine Funktion der Steilheit der Ufer, ein Faktor, der hier eine viel grössere Rolle spielt, als bei vielen andern Seen. Der Märjelensee wird bei tiefem Stande, bei einer Aenderung der Zufuhr um den nämlichen Betrag, viel höher steigen, als bei hohen Ständen. Die Grösse der täglich aufsteigenden Schwankung ist also abhängig in erster Linie von der Seehöhe, in zweiter Linie von der Zunahme der Zuflüsse, verursacht durch die Ablation des Gletschers und der Schneeflecken im Einzugsgebiete des Sees und den Niederschlägen. Sie ist aber auch wesentlich abhängig vom Volumen der in den See einstürzenden Eisblöcke und von den Folgeerscheinungen des Wärmegehaltes des Seewassers. Je zahlreicher die Einbrüche und je grösser diese Eismassen, desto mehr wird der See steigen. Mit der Zunahme des Wärmegehaltes des Wassers werden aber auch die Ausfressungen des unter dem Wasser liegenden Teiles der Gletscherwand intensivere; der See dehnt sich mehr gegen den Gletscher aus, er vergrössert sich in seiner Längsrichtung und wird infolgedessen fallen. Beide auf die Veränderlichkeit der Seehöhe entgegengesetzt einwirkenden Faktoren üben ihren Einfluss nicht vereint, sondern zeitlich getrennt aus.

Die erhöhte Zufuhr findet über Tag, die Einwirkung der erhöhten Wassertemperatur auf die Gletscherwand hauptsächlich erst nachdem der See durch die Sonnenstrahlen erwärmt worden ist, also in den Nachtstunden statt, deshalb das Steigen und Fallen des Sees in der täglichen Periode, wie es in der Fig. A deutlich zum Ausdrucke gelangt. Selbstverständlich dürfen wir den Gang der täglichen Periode, wie er aus den soeben besprochenen Beobachtungen hervorgeht, nicht verallgemeinern. Die tägliche Periode tritt deshalb so kräftig hervor, erstens weil während den Beobachtungstagen eine ungewöhnlich grosse Wärme bei sehr kleinem Wasserzufluss der Seitenbäche herrschte und zweitens weil der Seestand ein verhältnismässig sehr niedriger war. Sind die Zuflüsse der Seitenbäche grosse, der Seestand ein hoher, so kommt die tägliche Periode in kaum messbarer Weise zum Ausdrucke.

4. Herr Prof. Dr. P. Gruner (Bern). — *Ueber die Photometrie des Purpurlichtes.*

Nachdem der Referent von Mitte August 1913 bis Ende Mai 1914 mit einem kleinen Handspektrophotometer eine Reihe Messungen über die Intensität des Purpurlichtes im Rot ($\lambda = 640\,\mu\mu$) durchgeführt hat, aus denen deutlich hervorging, dass die oft intensiven Färbungen des Purpurlichtes nur Kontrastwirkungen sind, hat er seit Mitte Juni 1914 diese Messungen mit einem wesentlich verbesserten Apparat fortgesetzt. Dieser Apparat, der mit einem einfachen Theodolithen verbunden ist, gestattet, bei unveränderter Lage des Okulars irgend eine Stelle des Himmels im Sonnenvertikal anzuvisieren, Azimut und Zenitdistanz abzulesen, und die Intensität im Rot (λ von $650\,\mu\mu$ aufwärts) sowie im Grün (λ zwischen 520 und $550\,\mu\mu$) durch Vergleich mit einer kleinen, auf konstanter Spannung gehaltenen Glühlampe zu bestimmen. Natürlich sind auch diese Messungen bei der raschen Veränderlichkeit des Purpurlichtes und infolge der vielerlei Ablesungen die sehr rasch durchgeführt werden sollten, nicht so genau, wie es wünschbar wäre. Immerhin ist es dem Referenten gelungen, einerseits den absoluten stetigen Helligkeitsabfall des Purpurlichtes, anderseits die relative anfängliche

Helligkeitszunahme und nachherige Abnahme desselben in Bezug auf die Helligkeit des Himmels in 45° Zenitdistanz (grünes Licht) deutlich nachzuweisen.

5. Herr Rektor Dr. P. Bonifacius Huber (Altdorf). — *Luftelektrische Beobachtungen und Messungen bei Föhn.*

Meine Beobachtungen erstrecken sich auf Potentialgefälle, Leitfähigkeit, Vertikalstrom und Ionendichte und zwar vom August 1913 bis Juli 1914. Potentialgefälle und Leitfähigkeit wurden mit einem Wulfschen Elektrometer bestimmt. Als Kollektor diente während neun Monaten ein Poloniumkollektor, nachher ein Ioniumkollektor. Bei normalem Wetter stimmt der tägliche Gang der Beobachtungen das ganze Jahr hindurch ziemlich mit dem von Davos und andern Orten überein. Durchschnittlich ist das Potentialgefälle allerdings bedeutend niedriger, viel niedriger als z. B. in Freiburg und Potsdam.

Ganz eigentümlich sind aber die Verhältnisse bei *Föhn.*

1. *Potentialgefälle:* Festgestellt bleibt, dass bei Föhn die Atmosphäre stark jonisiert ist. Daraus erklärt man im allgemeinen das niedrige Potential, welches fast immer positiv ist. Von dieser Allgemeinheit weichen meine Beobachtungen etwas ab. Schon einige Stunden vor Eintritt dieses Föhns finden *regelmässig* sehr hohe und plötzliche Potentialschwankungen statt, selbst bei absolut ruhiger Luft. Solche Störungen treten auch öfters während des Föhns auf; sie können dann plötzliche Unterschiede aufweisen zwischen —200 und zirka +300 Volt/m. Abgesehen von solchen Störungen waren die Potentiale sehr niedrig, zwischen 0 und 40 Volt/m, in den Sommermonaten und im Herbst. Im Dezember und Januar waren jedoch die Pg-Werte so hoch, wie an Normaltagen. Im Februar bis April aber erreichte das Potential Werte, die durchschnittlich doppelt so hoch waren wie an Normaltagen. Die Schwankungen im Laufe eines Tages sind gering, gleichviel ob gewaltige Windstösse erfolgen oder relative Ruhe herrscht. Beim Abflauen des Föhns wird das Potential entweder negativ oder bleibt positiv. Im ersteren Falle erfolgten Niederschläge nach einigen Stunden, im letztern hingegen bleibt das Wetter klar.

2. Die *Leitfähigkeit* der Luft ist bei Föhn durchwegs verhältnismässig sehr gross und erreichte im Sommer und Herbst das drei- und vierfache von Normaltagen, war bedeutend geringer im Dezember und Januar und fiel noch mehr im Februar und April. Immer aber blieb die Leitfähigkeit grösser als an Normaltagen. Während bei normalem Wetter die graphische Darstellung der Zerstreuung eine gerade Linie bildet, geht bei Föhn diese Gerade in eine Parabel über, die ausserdem viele Zacken aufweist. Diese Zacken werden durch einzelne Windstösse bedingt.

3. Der *Vertikalstrom,* berechnet mit den Potentialgefällen und der Leitfähigkeit, war im Sommer und Herbst nicht sehr verschieden von Normaltagen, bedeutend höher jedoch im Winter und im Frühjahr.

4. Die *Ionendichte,* bestimmt mit einem Ebertschen Aspirationsapparate, geht stets parallel mit der Leitfähigkeit. Sie ist bei Föhn sehr hoch und erreicht oft Werte, welche die normalen Werte um das dreifache übersteigen. Zweimal waren Abweichungen von der Leitfähigkeit vorhanden; aber beidemal stellte sich ein Isolationsfehler an dem einen Apparat heraus.

Erklärung: Da einerseits die Ursachen der Ionisation der Luft zu wenig aufgeklärt sind und andererseits meine Beobachtungen sich nur auf den Zeitraum von einem Jahr erstrecken, so will ich mich auf die Feststellung obiger Resultate beschränken, in der Hoffnung, längere und weiter gehende Beobachtungen werden mehr Licht bringen und eventuell zeigen, inwieweit die Gebirgsmassen mit ihren Schneeverhältnissen einen Einfluss ausüben. — Wenn einzelne Beobachter die niedrigen Potentialgefälle und die hohe Leitfähigkeit bei Föhn dadurch erklären, dass bei länger dauerndem Föhn das Elektrometer an Isolation einbüsse, indem der Bernsteinstopfen leitend werde, so muss ich betonen, dass erstens, wie obige Resultate zeigen, das Potentialgefälle nicht immer niedrig ist (Februar und April), und dass ich, bei niedrigem Potential das Instrument wiederholt auf seine Isolation geprüft und keinen Verlust gefunden habe, selbst nicht, nachdem der Föhn schon zwei und drei Tage angedauert hatte.

6. Herr Dr. R. Billwiller (Zürich). — *Talwind* [1] *und täglicher Barometergang im Wallis.*

Jeder Besucher des Wallis wird auf den bei einigermassen heiterem Wetter in der wärmeren Jahreszeit regelmässig talaufwärts wehenden Tagwind aufmerksam. Er ist wohl der kräftigste periodische Lokalwind des Alpengebietes und auch durch seine Wirkungen augenfällig: die Bäume der Talsohle zeigen überall eine starke talaufwärts gerichtete Neigung des Stammes und unverkennbare Deformationen der Krone.

Neuere Untersuchungen ergeben folgendes Bild dieses interessanten Windes.

Sein *Gebiet* reicht vom oberen Ende des Genfersees bis zur Talstufe oberhalb Brig. Am kräftigsten weht er zwischen Martigny und Sion, etwa bei Saxon; aber auch schon auf der sogen. Rhoneebene (unterhalb Bex) erreicht er grosse Stärke. Oberhalb Siders nimmt seine Intensität rasch ab.

Seine *Häufigkeit* und mittlere *Intensität* ist nach 10jährigen Beobachtungen von Siders die folgende:

Siders, 1892—1901

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Mittl. Häufigkeit d. rein. Talwindes um 1^h p.	7.0	11.6	16.7	18.7	19.0	19.4	21.9	23.9	21.7	18.5	14.7	4.7
Mittl. Intensität (Beaufortskala)	0.5	0.8	1.5	1.8	*2.4*	*2.5*	*2.5*	2.0	1.7	1.1	0.8	0.5

Zu beachten ist das Intensitätsmaximum im Frühsommer (Mai-Juli), weil es die Hannsche Theorie der Talwinde stützt. Diese sucht bekanntlich die Ursache der Luftbewegung in der Hebung der Flächen gleichen Druckes über dem Tal, welche im Frühsommer den grössten Betrag erreichen muss, weil dann die Temperaturdifferenz zwischen Tal und Berghang am grössten ist.

Spezielle anemometrische Messungen im Sommer 1896 und

[1] Eine eingehende Darstellung erscheint in den Annalen der schweiz. meteorologischen Zentralanstalt (Band 50, Jahrgang 1913).

1900 ergaben, dass die Intensität des normalen, d. h. durch keine allgemeinen barometrischen Gradienten verstärkten oder unterdrückten Talwindes für die Zeit seiner vollen Entwicklung (3—4^h p. m.) zu 7 m. p. s. angenommen werden darf; der nächtliche Gegenwind erreicht selten mehr als 1 m. p. s. und bleibt daher meist unfühlbar.

Einen Schluss auf die Grösse des den Wallisertalwind auslösenden *Gradienten* erlaubten schon die üblichen 3 maligen Barometerbeobachtungen unserer Walliserstationen, welche durch das tiefe Nachmittagsminimum die starke Auflockerung der Luftmassen über dem Tal am Nachmittag nachwiesen. Kontinuierliche Luftdruckregistrierungen während eines Sommers in *Siders* geben uns den vollständigen *täglichen Gang des Barometers im Wallis*. Der tägliche Barometergang setzt sich zusammen aus der Uebereinanderlagerung einer ganztägigen und einer halbtägigen Druckwelle, von denen die erstere von den lokalen Verhältnissen bestimmt wird, während die zweite universellen Charakter hat. Die Zerlegung des beobachteten Ganges in diese beiden Schwingungen durch die harmonische Analyse lieferte die Reihe:

Siders, Sommer (Mai—August) 1893

$$713.54 + 1.124 \sin (35°29' + x) + 0.350 \sin (180°31' + 2\,x)$$

Der Wert der Konstanten des 1. Gliedes, welche die Amplitude der einmaligen täglichen Schwingung darstellt, ist exzessiv; er bringt die enorme Vergrösserung der einmaligen täglichen Schwingung in dem eingeschlossenen Talbecken zum Ausdruck. Ueberzeugend tritt das auch zu Tage in gleichzeitigen Luftdruckregistrierungen, die vom 9. bis 17. Juni 1900 in *Villeneuve* und *Saxon* veranstaltet wurden und folgende Gleichungen ergaben:

Villeneuve (416 m):

$$728.63 + 0\ 507 \sin (7°51' + x) + 0.261 \sin (133°14' + 2\,x)$$

Saxon (470 m):

$$723.42 + 1.226 \sin (25°2' + x) + 0.356 \sin (160°2' + 2\,x)$$

Während also die Konstante (Amplitude) der halbtägigen Welle im Wallis nicht sehr verschieden ist von derjenigen am Genfersee, wächst diejenige der ganztägigen auf das $2\,^1/_2$ fache.

Eliminiert man noch die thermische Druckschwankung der Zwischenschicht (die Beobachtungen stammen nicht ganz aus demselben Niveau), so findet man als täglichen Gang der Luftdruckdifferenz Saxon-Villeneuve die Gleichung

$$0.807 \sin (36°29' + x) + 0.168 (203°31' + 2\,x)$$

und die Auswertung ergibt als stündliche Werte der Druckdifferenz (mit Berücksichtigung des auch im Mittel der Tage vom 9./16. Juni 1900 bestehenden barometrischen Gefälles von 0.22 mm):

Barometrische Differenzen Saxon—Villeneuve 9/16 Juni 1900

	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Vormittag.....	0.28	0.35	0.42	0.48	0.51	0.50	0.42	0.27	0.05	-0.21	-0.50	-0.77
Nachmittag ...	-0.99	-1.13	1.15	-1.12	-0.99	-0.80	-0.59	-0.38	-0.19	-0.03	0.10	0.19

Auf den Aequatorgrad und das Meeresniveau reduziert, gibt das als *maximalen Gradienten* (3^h p) *3.04* mm während dieser 8 tägigen Beobachtungsperiode.

Für die Bestimmung des *mittleren* Druckgefälles vom Genfersee gegen das Wallis während des Jahresverlaufes sind wir auf die 3 Beobachtungstermine unserer Stationen angewiesen; besonders eignen sich hiezu Lausanne und Siders, weil sie im selben Niveau liegen. Es betragen die

Barometerdifferenzen Siders—Lausanne 1892—1900

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
7^h morgens	0.39	0.41	0.15	0.03	-0.19	-0.16	-0.05	0.02	0.21	0.43	0.53	0.52	0.18
1^h mittags.....	-0.47	-0.58	-1.08	-1.42	-1.62	-1.57	-1.60	-1.50	-1.24	-0.88	-0.51	-0.19	-1.06
9^h abends	0.07	0.17	-0.09	-0.27	-0.41	-0.35	-0.41	-0.20	-0.03	0.15	0.32	0.30	-0.06
Mittel	0.00	0.00	-0.34	-0.55	-0.74	-0.69	-0.69	-0.56	-0.35	-0.10	0.11	0.21	-0.31

Um *Mittag* besteht also das ganze Jahr hindurch ein barometrisches Gefälle vom Genfersee gegen das Wallis, das selbst im Dezember nicht ganz verschwindet und im Frühjahr rasch zum Maximum von 1.6 mm für die Monate Mai-Juli anwächst, was einem Gradienten von 1.9 mm entspricht. Um 9^h abends ist das Gefälle nur noch vom März bis August — natürlich sehr abgeschwächt — vorhanden; im Mai und Juni zeigt es schon die 7^h Morgenbeobachtung im Entstehen begriffen, während in den übrigen Monaten zu dieser Zeit sonst noch das nächtliche talauswärts gerichtete Gefälle besteht, das aber bedeutend kleiner ist und im Maximum zu dieser Stunde einen Gradienten von 0.6 mm ergibt (November—Dezember).

7. Herr Dr. de Quervain (Zürich). — a. *Erdbeben als Folge von Tunnelbau.*

Die Erdbeben von Grenchen bei Solothurn im Jahr 1913 bilden durch ihre Beziehung zum *Tunnelbau* wohl eine der interessantesten unter den bisher untersuchten seismischen Erscheinungen auf schweizerischem Gebiet.

Es gelang mir, mit Unterstützung meines Kollegen Dr. Billwiller, und Prof. Künzli in Solothurn, sowie Prof. Buxtorf in Basel und namentlich auch der Lehrerschaft von Grenchen, noch rechtzeitig genug das flüchtige Beobachtungsmaterial zu beschaffen zur Entscheidung der in der Ueberschrift angedeuteten, damals auch in den Zeitungen aufgeworfenen Frage. Eine eingehende Darstellung wird in den Annalen der meteorolog. Zentralanstalt für 1913 gegeben werden.

Hier fassen wir die Haupttatsachen und Schlussfolgerungen kurz zusammen:

Zunächst die erste Tatsache: Wir sehen am 1. Juni 1913 in der Gegend von Grenchen eine Erderschütterung sich ereignen. Schon die Tatsache, dass in jener Gegend ein Erdbeben auftritt, lässt den mit der schweizerischen Erdbebenstatistik Vertrauten stutzig werden. Denn, soweit genaue Aufzeichnungen zurückreichen, war jene Region sonst frei von primären, lokalen Erschütterungen. Merkwürdiger noch wird die Erscheinung durch ihre bald erfolgende verstärkte Wiederholung am 2. November

und 11. November desselben Jahres. Höchst auffallend ist ferner, dass sich der Ort stärkster Erschütterung sehr viel deutlicher ausprägt, als es gewöhnlich bei unsern schweizerischen Erdbeben der Fall ist; und zwar ist es alle drei Mal dieselbe, auf wenige Kilometer genau einzukreisende Gegend, unmittelbar nordwestlich der Verbindungslinie der benachbarten Orte Grenchen und Bettlach, am Abhang des Grenchenerberges, wo die Juraketten an die schweizerische Hochebene grenzen. Und so verhälnismässig intensiv (Grad VI) die Erscheinungen im Epizentralgebiet sind, so ungewöhnlich schnell (verglichen z. B. mit dem Bündnererdbeben vom 10. Dezember 1913 etwa 3—4 mal schneller!) verliert sie ihre Intensität in grösserer Entfernung; sie ist nach Südost z. B. schon in 3 km Entfernung unmerkbar geworden, während die grösste Axe des erschütterten Gebiets 20 km misst, von Süwest nach Nordost wie der Jura laufend. Es musste sich also um eine der Oberfläche verhältnismässig nahe gelegene Erregungsstelle handeln.

Angesichts aller genanten Tatsachen fragen wir uns unwillkürlich, was denn in den obern Erdschichten der Grenchener Gegend im Jahr 1913 auf einmal los sein mochte? Und wir können in diesem Fall ausnahmsweise eine bestimmte Antwort geben: Gerade in jenem Jahr wurde dort der 8565 m lange Tunnel von Grenchen nach Münster gebohrt, und sein südliches Ende entspricht genau dem engbegrenzten Epizentralgebiet!

Dieses auf Grund des Beobachtungsmaterials sich ergebende zeitliche und örtliche Zusammentreffen ist so verblüffend, dass die Annahme eines Zusamenhangs sich geradezu aufdrängt. Und dass eine Tunnelbohrung Anlass zur Auslösung vorhandener Spannungen in Form eines Erdbebens geben könne, ist wohl denkbar [1]. Das Fortdauern solcher Spannungen in jugendlichen Gebirgen ist durch die Häufigkeit der Erdbeben in denselben längst erwiesen, und wiederum sind die auffallenden Erscheinungen von Gebirgsdruck bekannt, die in grossen Tunnels oft beobachtet wurden. Freilich sind die Spannungen, die zu den

[1] Auf diese Erklärungsmöglichkeit habe ich schon anlässlich des Erdbebens am Albulatunnel vom 22. August 1907 hingewiesen. S. Erdbebenbericht für 1907 in den Annalen der Meteorologischen Zentralanstalt.

Erdbeben in junggefalteten Gebirgen führen, meist doch wohl in wesentlich grössern Tiefen zu suchen, als diejenigen, bei denen jener Tunneldruck beobachtet wurde.

Nun sind aber speziell am Grenchentunnel ungewöhnliche Erscheinungen anderer Art eingetreten, welche der Erklärung in diesem Fall besser dienen; nämlich *ungeheure Wassereinbrüche* aus Klüften des Berges, auf der Südseite [1], gerade im Epizentralgebiet. Und zwar sind die Hauptwassermengen, etwa 5 Millionen Tonnen, dem Wasserinhalt des Amsoldingersees entsprechend, dem Berg entquollen in den dem ersten Erdbeben *voran*gehenden ersten zehn Tagen! Und wiederum sind neue, wenn auch nicht mehr so erhebliche Wassermengen erbohrt worden wenige Tage vor dem Eintritt der beiden letzten Beben.

So kann nach allem gesagten an der Auslösung der Erdbeben *durch den Tunnelbau* und zwar im besondern durch die gewaltige Wasseranzapfung des Berges kaum ein Zweifel übrig bleiben. Es kann sich dabei um den Einsturz der vom Wasser früher erfüllten Höhlungen handeln, oder um weniger lokale Verschiebungen, ausgelöst durch die Entlastung gewisser gespannter innerer Partieen, die sehr wohl *unter* der Tunnelhöhe liegen können. Es können dabei Druckdifferenzen bis zu etwa 50 Atmosphären in Betracht kommen.

Ich möchte mich eher der zweiten Annahme zuneigen. Der geologische Befund von A. Buxtorf mit dem überraschend auf miozäne Molasse nach Südosten überschobenen, an der Ueberschiebung stark zerrütteten obern Malm (in welchem die Wassereinbrüche stattfanden) macht zum mindesten das Vorhandensein solcher Spannungen nicht unwahrscheinlich. Es könnten auch Absenkungen in Betracht kommen.

Im Anschluss an die an dieser Stelle letztes Jahr gemachten Mitteilung mag noch darauf hingewiesen sein, dass die Apparate unserer Erdbebenwarte sich gerade bei dieser Gelegenheit vorzüglich bewährt haben. Nur durch ihre allerdings fast mikroskopisch feine Aufzeichnung, die zu einem Aufruf in der Presse Anlass gab, bekamen wir Kenntnis von den ersten Beobachtun-

[1] Beschrieben durch Ing. Custer in der Schweiz. Bauzeitung 1913, S. 267.

gen an Ort und Stelle, am 1. Juni, die sonst verloren geblieben wären, ebenso wie die daraufhin aufgefundene Registrierung in der Sternwarte Neuchâtel. Die wesentlich stärkern Erschütterungen des Novembers die auch an beiden Orten aufgezeichnet worden sind, lassen interessante Schlüsse über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit zu. Nähere Angaben über die Registrierung enthält die vorgenannte ausführliche Bearbeitung.

b. *Die Tätigkeit der Züricher Gletscherkommission.*

In der letzjährigen Sektion für Geophysik in Frauenfeld hatte Dr. Billwiller, unterstützt vom Berichterstatter, die Niederschlagsmessungen im Hochgebirge mit neuern, geeignetern Methoden als gegenwärtig besonders wichtige Aufgabe hingestellt. Es traf sich ungemein glücklich, dass unabhängig davon wenige Wochen später dem Vorstand der Physikalischen Gesellschaft in Zürich von Herrn Ingenieur Rutgers der Vorschlag gemacht wurde, zu ähnlichen Zwecken eine besondere Kommission der Gesellschaft zu ernennen. Dem Ersuchen des Vorstandes um Begutachtung der Anregung konnte ich natürlich nur mit lebhafter Befürwortung entsprechen, und es wurde auf weitere Referate der bisher Genannten hin dementsprechend die Gründung einer Gletscherkommission der physikalischen Gesellschaft Zürich beschlossen; dieselbe setzte sich zur Aufgabe vor allem die Förderung der Ziele der schweizerischen Gletscherkommission in der Zentral- und Ostschweiz, zunächst namentlich durch Inangriffnahme von Schneemessungen in der Firnregion, in der Weise, wie Prof. Mercanton in der Westschweiz schon die Initiative ergriffen hatte. Ausser den Genannten gehört der Kommission noch an Herr Oberingenieur Prof. Fischer in Winterthur.

Schon im Herbst 1913 wurde durch Herrn Rutgers bei der Klaridenhütte in 2457 m Höhe ein Schneepegel aufgestellt, und den Touristen in aufklärenden Zuschriften und durch Instruktionen in der Hütte die nötige Anweisung gegeben, die denn auch ziemlich gut benützt worden ist.

Für den Herbst 1914 war die Aufstellung einer Schneeboje im Firngebiet des Silvretta, und eines Schneepegels sowie eines

Mouginschen Totalisators in der Nähe der dortigen Klubhütte vorbereitet, ebenso die Aufstellung einer Schneeboje auf dem Firn des Klaridengletschers. Der Ausbruch des europäischen Krieges rief aber zu der günstigen Zeit alle, die sich hätten beteiligen sollen, in den Militärdienst. Als in der zweiten Hälfte September die einen frei wurden, wurde das Betreten des Silvrettagebiets wegen der Klauenseuche verboten [1]. Dagegen konnte, trotz grösster Schwierigkeiten wegen Neuschnee, die Schneemessboje auf dem Klaridenfirn in 2700 m Höhe an voraussichtlich ausgezeichnet günstiger Stelle Ende September aufgestellt und eingemessen werden, dank der Beteiligung aller Kommissionsmitglieder und verschiedener Freiwilliger (der Herren Ing. Heer und cand. phil Baschong). Auch wurden von Letztgenannten und mir mit dem Churchschen Schneebohrer, der vom Konstrukteur selbst für uns in einem speziell modifizierten Exemplar sehr entgegenkommend hergestellt worden war, vorläufige Bohrversuche angestellt, die recht befriedigende Resultate versprechen. Trotz den unvorherzusehenden Schwierigkeiten und den bescheidenen Mitteln der Kommission, die von der physikalischen Gesellschaft, sowie vom Alpenklub und der meteorologischen Zentralanstalt unterstützt wird, ist also jetzt schon ein guter Anfang gemacht, der eine weitere Durchführung des Programms zu hoffen erlaubt, das klimatologisch wie speziell glaziologisch zweifellos von grossem Interesse ist.

[1] Seither konnte doch noch durch Dr Billwiller am 10./11. Oktober bei der Silvrettahütte sowohl das Schneepegel wie der Totalisator günstig aufgestellt werden. Dagegen musste die Aufstellung einer Boje auf dem Firn bedauerlicherweise unterbleiben, da die vorgesehene Beteiligung des Berichterstatters nicht mehr ermöglicht wurde.