

# Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Autor(en): [s.n.]

Objekttyp: **AssociationNews**

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

Band (Jahr): **113 (1932)**

PDF erstellt am: **10.07.2024**

## **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.

### 3. Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geophysik, Meteorologie  
und Astronomie

Sonntag, 7. August 1932

Präsident: Dr W. MÖRIKOFER (Davos)

Aktuar: Prof. ALFRED KREIS (Chur)

#### 1. E. NICOLA (Lausanne). — *La Station Physico-Météorologique des Rochers de Naye.*

Sous les auspices de la Station Scientifique des Rochers de Naye, la Station Physico-Météorologique poursuit l'étude de la météorologie, de la géophysique préalpine et plus particulièrement des questions qui se rattachent à la météorologie dynamique.

La situation des Rochers de Naye, avec un horizon aussi dégagé, favorise une étude de ce genre: les appareils enregistreurs sont placés 60 mètres au dessous du sommet (altitude 2045 mètres) dans une chambre obligeamment prêtée par l'Hôtel, seul les anémomètres, la girouette et la pile de Moll du solarigraphe ont été placés au sommet même et sont reliés par un câble électrique aux enregistreurs.

Indépendamment des observations effectuées pour la Station Météorologique Fédérale, les mesures suivantes se poursuivent pour le compte privé de la Station Physico-Météorologique:

Les mesures ordinaires de thermométrie, barométrie, hygrométrie et de visibilité horizontale, enregistrement de la vitesse et de la direction du vent, des précipitations, du rayonnement solaire et du champ électrique.

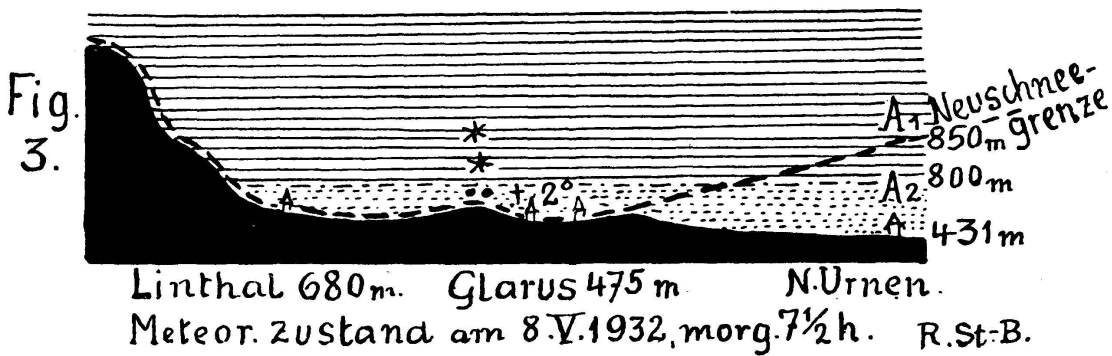
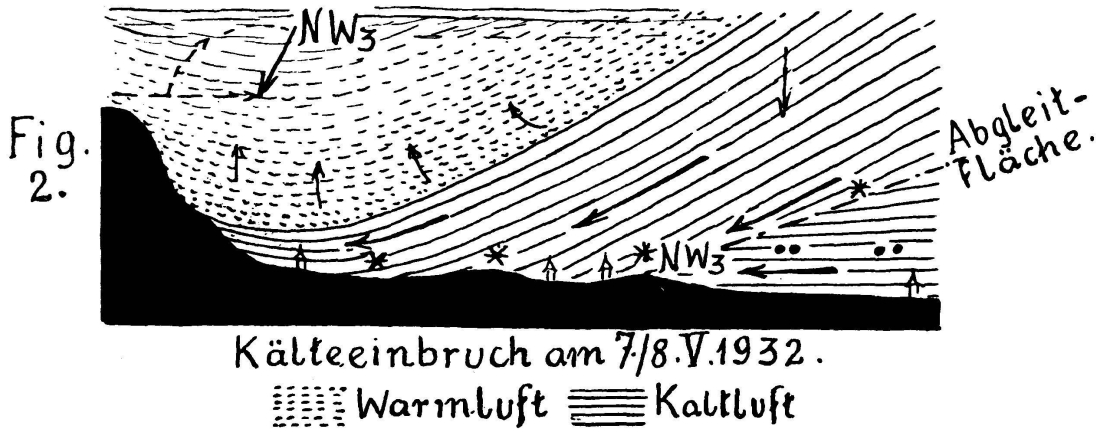
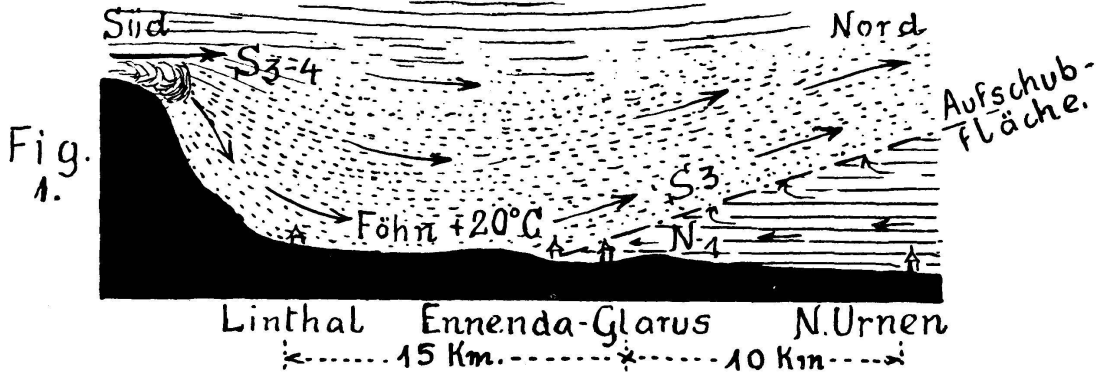
#### 2. R. STREIFF-BECKER (Zürich). — *Lokaler Kälteeinbruch nach Abzug eines Talföhns.*

In gewissen Bergtälern erlebt man oft, dass nach dem raschen Abzug eines Talföhns ein ausserordentlich scharfer Temperaturrückschlag erfolgt. Das war auch in der Nacht vom 7. auf den 8. Mai der Fall.

Am Samstag, den 7. Mai, beherrschte eine barometrische Depression Zentraleuropa. Ein Hochdruckgebiet stand im Norden, ein zweites über Spanien, ein drittes im Südosten. Von letzterem reichte ein Ausläufer bis in die Poebene. Ein Teiltief wanderte von Südfrankreich nordöstlich um den Alpenwall herum und erzeugte im Vorbeizug im Glarnerland und den benachbarten Tälern kräftigen, aber nur kurz-

dauernden Föhn. Im Glarnerland drang der Föhn zwischen 15 und 17 Uhr bis zum Talboden durch, jedoch nur bis zu den südlichsten Häusern von Glarus, während im Unterland bis zu den südlichen Häusern des Städtchens Nordwind wehte. Der Zug der Rauchfahnen und die scharfe Grenze zwischen trüber Nordluft unten und sehr klarer

Talföhn vom 7.V.1932, 15h. bis 17h.



Föhnluft oben, liess klar erkennen, dass die Basis der Aufschubfläche des Föhns gerade zwischen Ennenda und Glarus lag, und dass die nach Norden ansteigende Fläche mit der Horizontalen einen Winkel von zirka 35 Grad bildete. Nach 17 Uhr wurde der Winkel rasch grösser, die Basis rückte taleinwärts zurück und von 18 Uhr an stürmte heftiger Nordwind, später von Regen begleitet, taleinwärts bei scharfem Temperaturrückgang. Der Föhn war „heimgegangen“.

Am Sonntagmorgen, den 8. Mai, lag Neuschnee auf dem Talboden von Glarus. Die Berge waren bis 800 m ü. M. hinab in Wolken gehüllt. Es regnete bis zu dieser Höhe, oberhalb fiel Schnee. Diese Grenzlinie zwischen Schneefall und Regen zog sich längs den Berghängen gleichmässig horizontal hin, vom Taleingang bei Niederurnen bis zum Talabschluss, sie wurde aber auffallenderweise durch die untere Grenze des über Nacht gefallenen Neuschnees spitzwinklig geschnitten. Diese um einige Stunden ältere Schneegrenze begann im Talquerschnitt von Niederurnen in 850 m Meereshöhe und senkte sich rasch, nach knapp 5 km, zwischen Netstal und Glarus, bis auf den Talboden hinab, wo in nur 475 m Meereshöhe eine Neuschneesicht von 3 cm lag, die bis Linthal (680 m) auf 20 cm anschwell. Es ergibt sich also die Kuriosität, dass in der hinteren Talhälfte, wo am Vorabend im Föhn + 20 Grad registriert wurden, während der Nacht Neuschnee fiel, wogegen in der vorderen Talhälfte, die am Vorabend unter dem Einfluss des kühlen Nordwindes stand, nur Regen fiel. Woher diese Umkehr? Sie ist offenbar eine Folge des plötzlichen Föhnabzuges.

Infolge der Abwanderung der Depression nach Osten drehte der Höhensüdwind nach W und NW ab. Der Föhn hörte damit zu Wehen auf und dessen dynamischer Gegendruck gegen den aufkommenden Nordwestwind der Rückseite des Tiefs. Der Nordwind drang stürmisch vor, am Boden etwas verzögert durch die Reibung, aus den oberen kälteren Luftschichten jedoch mit grosser Energie niederstossend unter die ruhiggewordene warme Föhnluft, diese letztere vom Talhintergrund abhebend. Da die einbrechende Luft aus kalten Höhen stammte, reichte die adiabatische Erwärmung beim Sturz nicht aus, den Nullpunkt zu überschreiten, und dass sie beim Einbruch ungefähr dieselbe Gleitfläche benützte, wie vorher der Föhn zum Aufstieg, das beweist der Verlauf der Neuschneegrenze. Erst gegen das Ende der Nacht trat der horizontale Ausgleich in den Temperaturen ein und die Grenze zwischen Regen und Schneefall rückte längs des ganzen Tales auf das gleichmässige Niveau von 800 m ü. M. zurück. Je rascher die Drehung des Höhenwindes vom südlichen zum nördlichen Quadranten erfolgt, um so extremer wird der lokale Kälteeinbruch sein. (Vgl. Verhdlg. S. N. G. Aarau 1925, S. 106.)

**3. R. BILLWILLER** (Zürich). — *Die Bedeutung der Bergobservatorien im täglichen Wetterdienst.* (Meteorologischer Pavillon auf Jungfraujoeh.)

Den Beobachtungen der Bergobservatorien kommt im modernen praktischen Wetterdienst eine ungleich grössere Wichtigkeit zu als vor Jahrzehnten. Damals — in den Anfängen der Meteorologie als Wissenschaft — stellten sie vor allem eine Erweiterung des Gesichtsfeldes hinsichtlich der Wolkenschau dar und orientierten über Temperatur und Wind des betreffenden Niveau. Mit der Zeit gewann man eine Reihe von Einsichten, so z. B. in die Beziehungen der Temperaturen und Feuchtigkeiten unten und oben zu den gleichzeitigen Druckverhältnissen bei verschiedenen Wetterlagen, für deren Diagnostik wir auf Beobachtungen aus der Höhe angewiesen sind.

So erkennen wir aus solchen die häufigen kurzfasigen kalten Antizyklonen, thermisch bedingt durch einen Kaltlufteinbruch, dessen Höhe wir nicht nur aus den Temperaturen erkennen, sondern aus der Grösse des Luftdruckanstieges in verschiedenen Niveaus berechnen. Auch für die Umwandlung dieser Gebilde in die stabileren warmen Antizyklonen liefern die Bergstationen die Diagnostik, wie sie auch Anhaltspunkte geben für deren Abbau und den Übergang zum schlechten Wetter. — Im Sommer entscheidet der Prognostiker nach den Beobachtungen der Höhenstationen (Vorhandensein oder Fehlen von Störungsschichten), ob eine zu Gewittern neigende Druckverteilung wirklich Gewitter bringt oder nicht.

Unsere mit grösseren Mitteln arbeitenden Nachbarländer holen sich mit vielen Kosten durch Drachen, Ballons und Flugzeuge Beobachtungen aus der freien Atmosphäre, die uns teilweise durch Bergstationen vermittelt werden können, und zwar, was ein unbestreitbarer Vorteil ist, auch bei schlechtestem Wetter. So muss uns an zweckmässig gelegenen Höhenstationen sehr viel gelegen sein. Eine solche ist wegen ihrer grossen Meereshöhe — der absolut grössten in Europa — auch diejenige auf *Jungfrauoch*. Das hier oben 1931 eingeweihte internationale Forschungsinstitut bietet auch für gewisse Zweige der Meteorologie, wie die Strahlenforschung, einen vorzüglichen Stützpunkt; für den praktischen Wetterdienst und die für ihn nötigen Beobachtungen ist dessen Lage am Südhang des Jochgrates aber noch ungeeigneter als diejenige des Berghauses. Um endlich dem europäischen Wetterdienst die auch vom Auslande namentlich während des Polarjahres dringend gewünschten Beobachtungen vom Jungfrauoch zu liefern, wird gegenwärtig der Versuch gemacht, dieselben durch den jedesmaligen, oft nicht ungefährlichen und gelegentlich unmöglichen Gang aufs Firnplateau zu gewinnen. Erst der *Bau des projektierten Pavillons auf dem Sphinxfels des Jochgrates*, der uns aus der geschützten, nach Süden orientierten Mulde auf den freien Grat bringt, wird Abhilfe schaffen und eine einwandfreie Messung der Temperatur und anderer Elemente erlauben.

**4. W. MÖRIKOFER (Davos-Platz).** — *Zur Frage einer säkularen Schwankung der Windgeschwindigkeit in den Alpen.* (Aus dem Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos.)

Im Dezemberheft 1931 des „Wetters“ hat F. Travniček gezeigt, dass in den Ostalpen die Windgeschwindigkeit, gemessen an mittleren Beaufort-Stufen, an Häufigkeit von Kalmen und von Sturm, eine säkulare Schwankung mit etwa 30jähriger Periode aufweist, und dass das Hochgebirge (Sonnblick und Obir) in bezug auf Minima und Maxima gerade den umgekehrten Verlauf zeigt als die Niederung (Wien und Kremsmünster). Er weist auf die grosse praktische Bedeutung dieser Periodizität für Forstwesen, Heilklimatik und Touristik hin und sagt ein in der Niederung windiges, im Hochgebirge windarmes Jahrzehnt voraus.

Angesichts der theoretischen und praktischen Wichtigkeit des ganzen, neuartigen Problems habe ich nun geprüft, ob die von Travniček für die Ostalpen festgestellten Gesetzmässigkeiten auch für die Schweizer Alpen zutreffen, konnte dabei jedoch keinerlei Übereinstimmung finden. Es ergab sich aus den Windregistrierungen von Zürich und Säntis, dass weder unten noch oben eine Periodizität der *Windgeschwindigkeit* festzustellen ist, und dass zwischen Hochgebirge und Niederung auch keine Umkehr auftritt, dass dagegen die registrierte Windgeschwindigkeit an beiden Orten in den letzten 4—5 Jahrzehnten eine allmähliche Abnahme erkennen lässt, die auf dem Säntis ein Drittel, in Zürich ein Sechstel des Anfangswertes beträgt; ob diese beträchtliche Abnahme der Windstärke, speziell auf dem Säntis, reell oder durch instrumentelle Unvollkommenheiten vorgetäuscht ist, muss unentschieden bleiben.

Auch die Auszählung der Häufigkeit von Kalmen, und speziell der Vergleich nahe benachbarter Stationen ergibt, dass dieses Mass für die Luftbewegung keinerlei objektiven Wert besitzt, da es in aussergewöhnlich starkem Masse durch die subjektive Auffassung der Beobachter bedingt ist. Schliesslich liess der Versuch, die Häufigkeit von Ost- mit der von Westwinden zu vergleichen, auch keinerlei Periodizität der *Windrichtung* erkennen. So muss eine den Feststellungen von Travniček für die Ostalpen analoge Periodizität der Windverhältnisse für die Schweizer Alpen abgelehnt werden.

**5. H. ROSAT (Le Locle).** — *Chronographe de haute précision au  $\frac{1}{10}$  de seconde.*

Le rédacteur technique du « Journal suisse d'horlogerie » s'exprime comme suit au sujet de ce nouveau type de chronographe :

Le chronographe est par excellence la montre de l'homme de science et du sportsman. Pour obtenir avec cet instrument des indications vraiment précises, non seulement le mouvement d'horlogerie et le mécanisme du chronographe doivent fonctionner de façon irréprochable, mais la lecture des indications de l'aiguille du chronographe doit pouvoir être faite facilement et avec précision.

Or pour un chronographe du type habituel, et du format d'une montre de poche avec une aiguille battant le  $\frac{1}{5}$  de seconde, la précision des lectures est forcément assez limitée. Elle peut être jugée insuffisante pour certains travaux de laboratoire, des mesures scientifiques, et aussi pour des épreuves sportives où le  $\frac{1}{10}$  de seconde joue un rôle non négligeable.

C'est pour répondre à de multiples demandes de cercles scientifiques et sportifs, que la maison Ulysse Nardin S. A., Le Locle et Genève, a construit sur son mouvement « chronomètre de bord 54 mm. (24 lignes) un grand chronographe de haute précision, susceptible d'obtenir un bulletin d'observation et battant le  $\frac{1}{10}$  de seconde, c'est-à-dire dont le balancier fait 36.000 oscillations à l'heure. »

La première pièce fabriquée dans cette série et qui porte le n° 17662, vient d'obtenir en 1<sup>re</sup> classe, chronomètre de poche, à

l'Observatoire de Neuchâtel, un deuxième prix avec le beau classement de 9,1 points.

Le grand diamètre du cadran a permis d'obtenir une division de seconde qui mesure environ 3 mm. Chaque saut de l'aiguille du chronographe correspond à  $\frac{1}{10}$  de seconde et à une course de 0,3 mm. environ. C'est dire que la lecture peut être faite avec toute la précision et la facilité désirées.

Une telle dimension de cadran exige naturellement un mécanisme de chronographe parfait que seules des maisons spécialisées dans la chronométrie peuvent réaliser avec toute la rigueur souhaitée pour ne pas rendre illusoires les indications de l'aiguille.

Le but poursuivi par la maison Nardin nous paraît avoir été atteint et nous avons la certitude que ce chronographe rendra de précieux services partout où le  $\frac{1}{10}$  de seconde doit pouvoir être observé avec exactitude.

Ajoutons que cette pièce pourra être établie en toutes grandeurs depuis 54 mm. et dans les différents genres suivants:  $\frac{1}{5}$  ou  $\frac{1}{10}$  de seconde, en chronographe simple, en chronographe-compteur, en chronographe-compteur avec rattrapante, voire en compteur de sport de haute précision ou en chronomètre avec seconde au centre non chronographiée.

On voit donc que les applications sont multiples et que cette nouvelle pièce est susceptible de rendre service à tous ceux qui s'intéressent à la division de la seconde en  $\frac{1}{10}$  et en ont l'emploi, ainsi qu'à ceux qui apprécient une grande précision de réglage et de fonctions.

#### 6. F. SCHMID (Oberhelfenswil). — *Vorläufige Ergebnisse meiner Zodiakallichtforschungen in Afrika.*

Der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und ihrem Zentralvorstande sei es herzlich verdankt, dass ein lang verschobenes Projekt, die Untersuchung des Zodiakallichtes mit seinen Begleiterecheinungen in den Tropen, im Winter 1931/32 durch eine Rundreise um Afrika endlich durchgeführt werden konnte.

Das gesammelte Material beläuft sich trotz manchen Störungen durch Bewölkung, das Mondlicht und andere Ursachen auf total 207 Aufnahmen über das Zodiakallicht, den Gegenschein und die Lichtbrücke, nebst einer ansehnlichen Zahl Dämmerungsbeobachtungen, die sich bis zum 35. Breitengrad der südlichen Halbkugel erstrecken. Neben den Aufnahmen auf dem Meere verteilen sich die Beobachtungen zu Lande auf Mwera am Pangani, einem freien Plateau von zirka 70 Meter ü. M., auf die Gegend von Moschi am Fusse des Kilimandscharo, zirka 650 Meter ü. M. und auf den Kilangwi im Usambaragebirge mit zirka 1400 Meter Meereshöhe.

Über den allgemeinen Eindruck des Tropenzodiakallichtes sei folgendes gesagt: Auf dem Atlantischen Ozean beobachtete ich bei der symmetrischen Westpyramide, die meistens mit dem Gegenschein und der

Lichtbrücke verbunden war, Basisbreiten bis zu  $80^\circ$  und darüber, was beim senkrechten Ostzodiakallichte mit  $50$  bis  $60^\circ$  nie erreicht wurde. Der Eindruck der Obeliskform, wie er von verschiedenen Tropenreisenden geschildert wird, konnte hier verstanden werden, wenn man gegen die Basis die lichtschwachen Randpartien nicht erfasst. Entsprechend geringer war auch die Gesamtintensität, so dass die Annahme nahe liegt, dass die Sichtigkeitsverhältnisse der erwärmten Tagesluft und der abgekühlten Nachtluft eine Rolle spielen. Die Intensität des Tropenzodiakallichtes wurde selten grösser als bei uns zur Zeit des Maximums. Die Farbe war meistens weissgelb und nie so stark mit rötlichen Tönen gemischt, wie bei uns namentlich bei Ostwindregime. Das Mondzodiakallicht wurde im Gegensatze zu Graff und Buser, doch in Übereinstimmung mit Jones, wiederholt beobachtet.

Bei der nahezu oder völlig symmetrischen Westpyramide ergab sich von der Ekliptikebene eine kleine Südabweichung von  $2\frac{1}{2}$ — $3^\circ$ , während das senkrechte Ostzodiakallicht keine Abweichung zeigte.

Wenn beim Zodiakallicht aus der allgemeinen Orientierung zur Ekliptik und der täglichen und jährlichen Bewegung die Zugehörigkeit zur Sonne gefolgert werden sollte, so ist das noch lange kein Beweis für den kosmischen Ursprung. Auch die Halos, der klare Fleck und das Purpurlicht folgen in derselben Weise der Sonne. Niemand wird deshalb ihre tellurische Natur bezweifeln. Die südafrikanischen Aufnahmen ergeben im Gegensatze zu unseren schweizerischen Beobachtungen entsprechend starke Südabweichungen von der Ekliptikebene. Für parallaktische Folgerungen ist diese Tatsache wohl nicht verwertbar; denn es sollten sich eigentlich umgekehrte Resultate ergeben. Weder die kosmische noch die tellurische Auffassung wird dadurch direkt gestützt. Wie stellt sich aber diese Abweichungstatsache trotzdem zur kosmischen Theorie? Haben wir am Himmel auch nur ein einziges kosmisches Objekt, das diese gewaltigen Ablenkungen zeigt? Wenn wir von den grössern Sternen absehen, die übrigens auch beeinflusst werden sollten, so verweisen wir hier namentlich auf die Milchstrasse und die kosmischen Nebel, die in ihrer Lage mit Ausnahme der gewöhnlichen Horizontrefraktion stabil bleiben, in welcher Richtung ihre Strahlen das Auge des Beobachters treffen. Über die nächtliche Eigenbewegung und den Dämmerungsverlauf werden wir uns später ausführlicher äussern. Wir schliessen die Hauptergebnisse wie folgt zusammen:

Wie wir in der Ekliptikebene beim Zodiakallichte nahezu die Symmetrien finden, so zeigen sich dieselben auch bei den übrigen Begleiterscheinungen. In der Ekliptikebene hört die nächtliche Eigenbewegung des Zodiakallichtes auf, die sich in einer Verschiebung der Sterne zur Pyramidenachse zeigt. In der Ekliptikebene verschwindet die Exzentrizität der anbrechenden Morgendämmerung und die Verschiebung der Dämmerungsmaxima auf die Ekliptikseite. Das Purpurlicht erscheint hoch aufgebaut und vollzieht sich mit dem ganzen Dämmerungsverlauf symmetrisch zum Sonnenazimut.



Die Beobachtungen in Afrika widersprechen dem, was ich in den Problemen der kosmischen Physik niedergelegt habe, in keiner Weise. Mit Überzeugung halte ich an der tellurischen Erklärung des Zodiakallichtes fest. Dem Vortrage folgen eine Reihe Projektionen, besonders auch mit Parallelaufnahmen aus der Heimat.

**7. F. LEVI und U. CHORUS (Davos).** — *Wintertemperaturen in und unter der Schneedecke.* (Aus dem Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos.)

Im Winter 1931/32 wurden am Davoser Observatorium fortlaufende Messungen der Temperatur in und unter der Schneedecke mit Kupfer-Konstantan-Thermoelementen durchgeführt. Die Meßstellen lagen auf einer besonnten, nahezu horizontalen Wiese auf dem Erdboden, in einer Höhe von 30, 60, 90, 120 cm über dem Erdboden, sowie 10 und 30 cm tief im Erdboden; ausserdem 10 cm tief im Boden an einer Stelle, die stets von Schnee freigehalten wurde, und in 10 cm Tiefe an einer Stelle, die während des Winters beständig im Schatten eines Hauses lag. Die Ablesungen wurden dreimal täglich im Innern des Hauses mit einem Zeigergalvanometer vorgenommen, die Meßstelle brauchte so während der ganzen Beobachtungsperiode nicht betreten zu werden; durch geeignete horizontale Führung der Messdrähte in der Nähe der aktiven Lötstellen wurde erreicht, dass auch durch die Anordnung selbst keine Fälschung der Temperaturverhältnisse erfolgen konnte.

Die unter der Schneedecke unmittelbar auf dem Boden aufliegende Lötstelle meldete nur während und kurz nach dem Einschneien Temperaturen, die einige Zehntelgrad unter dem Gefrierpunkt lagen. Dann stieg die Temperatur auf etwa  $+1/2^{\circ}$  und blieb so während des ganzen Winters. Nur sehr starke Kälteperioden, die eine Erniedrigung der Lufttemperatur um etwa  $10^{\circ}$  bringen, wirken sich an der Bodenoberfläche als kleine Temperaturerniedrigung von wenigen Zehntelgrad aus, und zwar mit einer erheblichen Verzögerung, die unter einer Schneedecke von 65 cm beispielsweise 5 Tage beträgt. In 10 cm und 30 cm Bodentiefe bleibt unter dem Schutz der Schneedecke die Temperatur auch stets etwa 1 Grad über dem Nullpunkt. An der schneefrei gehaltenen Stelle sind in 10 cm Bodentiefe die Temperaturen wesentlich schwankender und bewegen sich während des Winters zwischen  $-4^{\circ}$  und  $-8^{\circ}$ . In 30 cm über dem Boden halten sich in der Schneedecke die Temperaturen zwischen  $-2^{\circ}$  und  $-4^{\circ}$ ; in grösserer Höhe über dem Boden, also näher an der Schneeoberfläche, sind die Temperaturen niedriger und stärkeren Schwankungen unterworfen.

Da der Versuchswinter relativ schneearm war und recht viel klare Nächte mit starker Ausstrahlung vorkamen, so dürften in einem Durchschnittswinter wohl eher noch höhere Temperaturen auf und im Boden unter der Schneedecke zu erwarten sein, als hier angegeben.

Die Versuche werden im nächsten Winter mit verbesserter Aufstellung und unter Einbeziehung von Strahlungsmessungen unter der Schneedecke fortgeführt werden.

8. O. LÜTSCHG (Zürich). — *Beobachtungen über das Verhalten des vorstossenden Oberen Grindelwaldgletschers im Berner Oberland.*<sup>1</sup> (Bewegung und Erosionswirkung 1921—1928.) Hierzu die Tafeln A und B.

Im Juni 1919 sind durch die Gletscherkommission der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft und das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, auf Veranlassung von Alfred de Quervain (†) und unter Mitwirkung des Verfassers, nach dem Beispiel von A. Baltzer<sup>2</sup> zur Feststellung der Felsbearbeitung am Oberen Grindelwaldgletscher *a*) an verankerten glatten Gneisblöcken im Vorgelände der Gletscherstirne, *b*) an Kalkfelsbändern (gewöhnlicher Alpenkalk mit Quarzadern) am Westrand des Gletschers, am Fusse der Halsegg beim Chalet Milchbach, 20 Löcher von 15—20 cm Tiefe gebohrt worden. Tiefe und Lage der Löcher, sowie die Höhenlage der Punkte und deren Verbindungslinien wurden präzis bestimmt und in einen Situationsplan eingetragen (vgl. Fig. 1, 3 und 4).

### Situationsplan der Löcher und Verbindungslinien

Maßstab 1 : 500

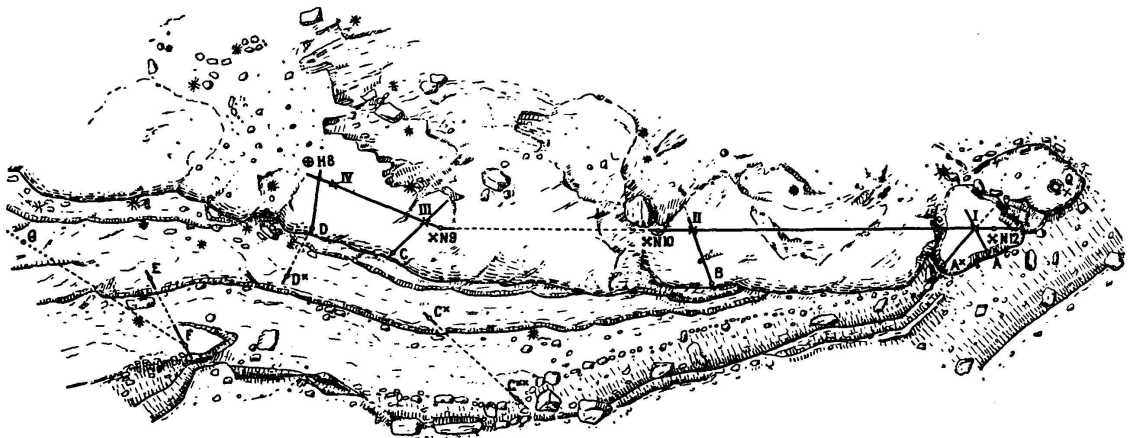


Fig. 1

Die von 1918 bis 1924 stark anwachsende und vorwärtsdrängende Gletscherzunge vermochte über die Gneisblöcke und Felsbänder hinwegzugehen. Sie deckte sie mit einer mächtigen Moränenschicht zu. Von

<sup>1</sup> Vgl.: de Quervain A., Zürich. Über Wirkungen eines vorstossenden Gletschers. Beobachtungen am Oberen Grindelwaldgletscher, Herbst 1918. „Heimfestschrift.“ Vierteljahrsschrift der S. N. G. in Zürich, LXIV, 1919.

Lütschg O., Zürich. Beobachtungen über das Verhalten des vorstossenden Allalingletschers im Wallis. Zeitschrift für Gletscherkunde. Bd. XIV, 1926, S. 257—265, Leipzig 1926.

Lütschg O., Zürich. Über Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge. Mechanische Abnützung der Felsunterlage „Auf der Schanz“ durch den vorstossenden Allalingletscher. Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Schrift 14, Kap. VI, S. 108, Zürich 1926.

<sup>2</sup> Baltzer A., Bern. Studien am Unter-Grindelwaldgletscher über Glazialerosion, Längen- und Dickenveränderung in den Jahren 1892 bis 1897. Neue Denkschriften der Allgem. schweiz. Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften, Bd. XXXIII, Abt. II, Zürich 1898.

Kalkfelsbänder am Westrand des Zungenendes des Oberen Grindelwaldgletschers am Fusse der Halsegg, unter dem Chalet Milchbach



Fig. 3

Photo O. Lütschg

Zustand der Felsbänder am 28. Juni 1919 vor dem Gletschervorstoß<sup>1</sup>

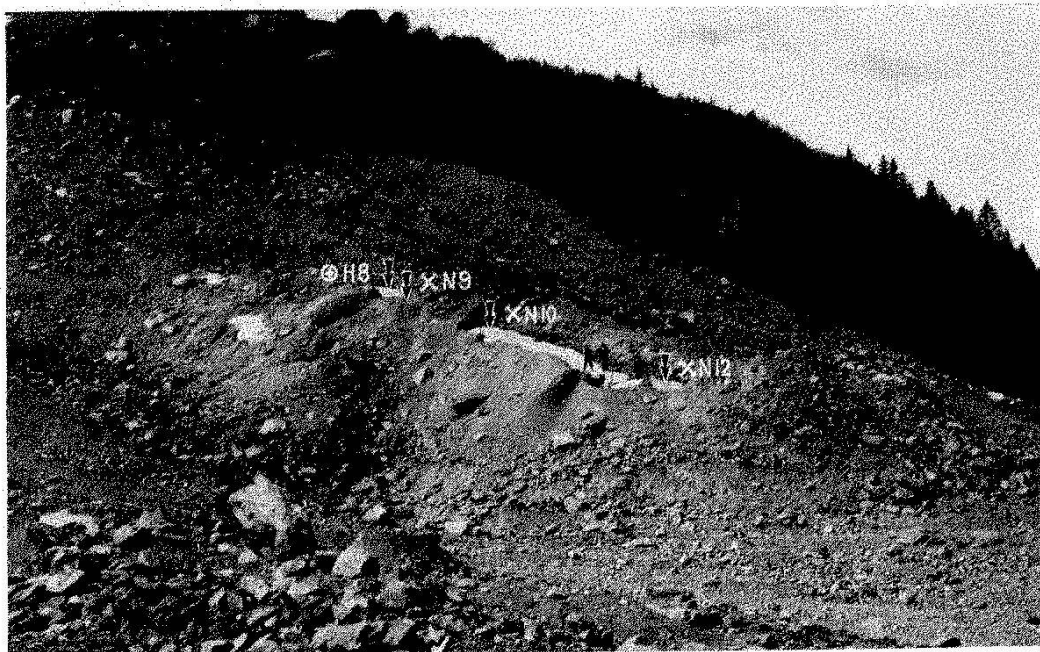


Fig. 4

Photo O. Lütschg

Zustand der Felsbänder am 6. Juli 1932 nach Ablauf des Gletschervorstoßes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Der von 1918 bis 1924 stark anwachsende und vorwärtsdrängende Gletscher vermochte über die Felsbänder (Fig. 3) hinwegzuschreiten. Von 1925 an zog er sich wieder zurück und gab langsam die von ihm eroberten Felsbänder wieder frei, über diese als Wahrzeichen eine mächtige Moränenschicht hinterlassend (Fig. 4).

# Eisbewegung am Oberen Grindelwaldgletscher Zeitraum 1921 bis 1928

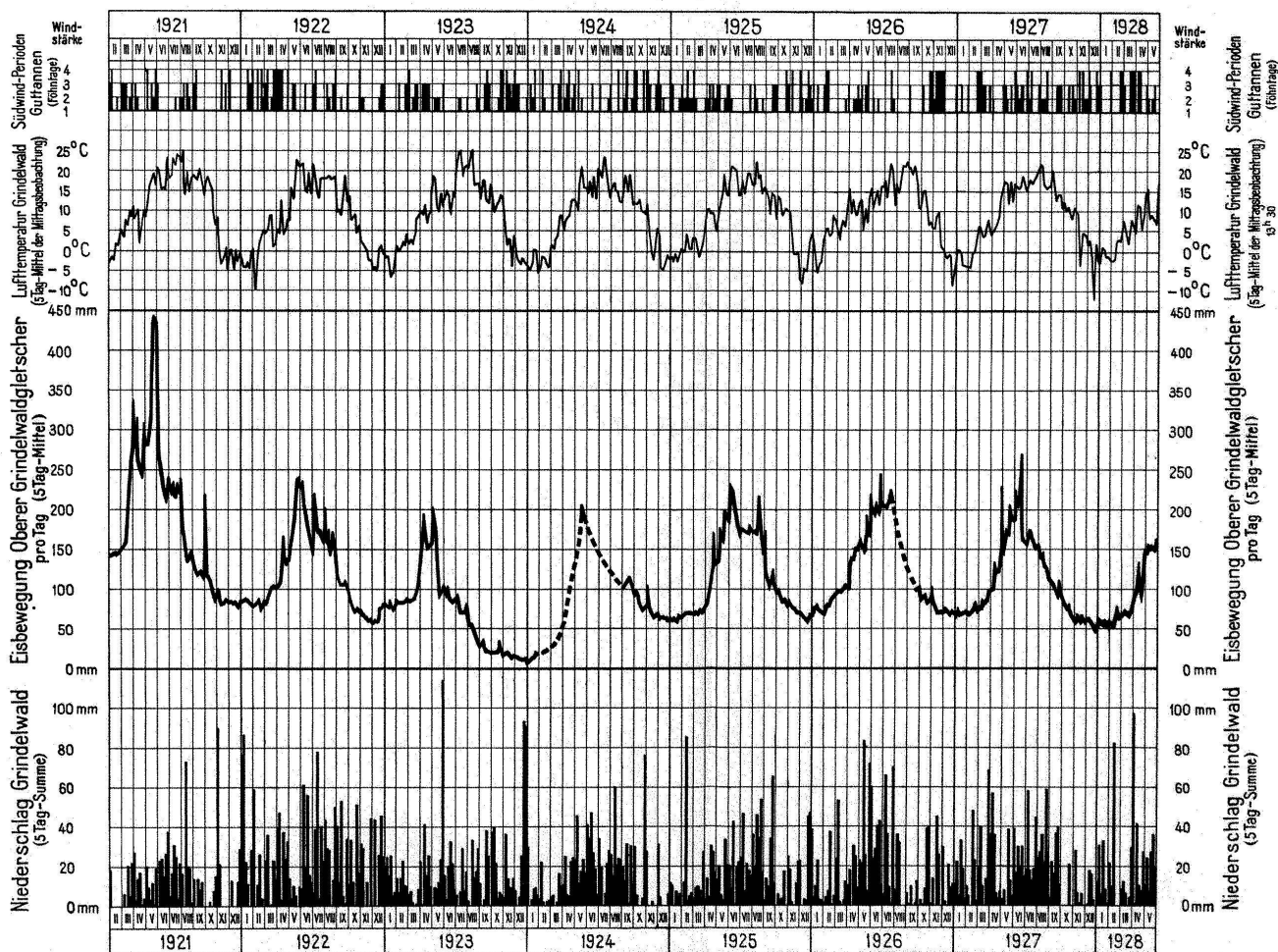


Fig. 2

1925 bis 1929 zog sich der Gletscher zurück, er gab langsam das von ihm eroberte Vorgelände und die Felsbänder wieder frei. Das nicht mehr Geglaubte wurde zur Wirklichkeit: Eine Nachmessung der Bohrlöcher und deren Verbindungslinien zur Feststellung des Erosionsertrages konnte in die Wege geleitet werden. Sie erfolgte durch den Berichterstatter in der Zeit vom 7. bis 26. Juli 1932 auf Kosten der Gletscherkommission. Mit Ausnahme eines einzigen Felsblockes im Vorgelände mussten erst sämtliche Bohrlöcher und Verbindungslinien von einer 0,5 bis 4,0 m mächtigen Moränenüberlagerung befreit werden. Eine eingehende Beschreibung und Diskussion über Bewegung und Wirkung soll hier nicht Platz finden. Ich begnüge mich mit der Darbietung der wichtigsten Ergebnisse und hoffe damit die Neugierde der mit den Fragen Vertrauten vorläufig zu befriedigen.

Die mittlere tägliche Eisbewegung der Gletscherstirne betrug unter Zugrundelegung der fortlaufenden Aufzeichnung unseres Cryocinegraphen (vgl. Fig. 2):

Jahr	Mittlere tägl. Eisbewegung	5Tag-Mittel		Bemerkungen
		Maximum	Minimum	
	cm	cm	cm	
1921	20.3	44.5	8.1	Das Maximum fällt durchweg in die Monate Mai und Juni, das Minimum in die Monate Dezember und Januar. Das absolute Maximum erreichte am 20. Mai 1921 = 53.5 cm.
1922	13.5	24.2	6.0	
1923	8.1	20.5	1.3	
1924	ca. 10.2	—	1.0	
1925	12.8	23.3	6.2	
1926	13.7	24.5	7.0	
1927	12.6	27.1	5.2	

Über weitere Einzelheiten sei auf Diagramm Fig. 2 hingewiesen.

Nach den reichlich durchgeführten Vergleichsmessungen erreichte die Eisgeschwindigkeit über den Felsbändern im Mittelwert nur die Hälfte der Stirnbeträge. Für die Beurteilung der Erosionsgrösse sind die Bewegungsgrössen der Jahre 1921 bis 1924, also ein Zeitraum von rund vier Jahren in Rechnung zu stellen.

Die mechanische Abnützung erfolgte beim Oberen Grindelwaldgletscher nicht wie beim Allalingletscher im Saastal durch Zertrümmerung, Abreissen und Absplittern, sondern fast ausschliesslich durch glättende Abschleifung (Abhobeln der Felsfläche); eine Absplitterung von Fragmenten trat nur an wenigen Stellen ein.

*Ergebnisse.* Von den sechs Bohrlöchern im Vorgelände des Gletschers konnten bis heute nur drei wieder aufgefunden werden. Eine mechanische Abnützung an den aufgefundenen Gneisblöcken fand nicht statt, die Lochtiefen blieben sich gleich, dagegen wurde der eine Block in seiner Lage um rund 20 m vorgeschoben. A. de Quervain, welcher sich namentlich mit dem Verhalten des vordringenden Eises zu den Felsblöcken im Schotter des Vorgeländes und zur Moräne beschäftigt hatte, wies schon

in seiner Schrift (vgl. S. 320 unten) darauf hin, dass die Wahrscheinlichkeit einer mechanischen Abnützung bei der vorliegenden Gestaltung und dem Gefüge der Blöcke von vornherein nicht gross sei. Seine Vermutung hat sich bestätigt.

*Erosionswirkung an den Felsbändern am Westrand des Gletschers*

Bestimmungsort	Länge	Mittlerer Erosionsbetrag	Minimalwert	Maximalwert	Veränderung der Tiefe des Bohrloches	
					Bohrloch	mm
Oberes Längsband	m	mm	mm	mm		
⊕ H 8—IV—III—× N 9	7.00	2.01	0.0	14.6	IV —	0.0
					III —	6.2
Querband ⊕ H 8 — D .	3.10	3.84	0.0	39.1	D —	18.7
Querband III — C . .	3.50	3.33	0.0	16.6	C —	10.3
Unteres Längsband						
× N 10—II—I—× N 12						
Oberes Teilstück . .	13.50	7.26	0.0	27.9	II —	2.7
Unteres Teilstück . .	3.30	8.24	0.0	20.9	I —	1.1
Querband II — B . .	3.60	2.58	0.0	11.1	B —	4.8
Querband I — A* . .	2.60	7.42	2.1	16.2	A* —	4.7
Querband I — A . .	2.50	6.80	3.6	13.6	A —	4.5
Querband E — F . .	1.40	1.99	0.0	5.0	E —	1.9
Bohrloch F . . . .	—	—	—	—	F —	2.3
„ D* . . . .	—	—	—	—	D* —	2.1
„ C* . . . .	—	—	—	—	C* —	0.9
„ C** . . . .	—	—	—	—	C** —	4.5

Aus vorstehenden Werten geht recht eindrucksvoll hervor, dass der Gletscher tapfer an die Arbeit gegangen ist. Die ermittelten Grössen stellen selbstverständlich weder Minimal- noch Maximalwerte dar. So haben wir im untersten Teile der Gletscherzunge Stellen vorgefunden, wo trotz starker Überwucherung durch den Gletscher keine Spuren von einer Erosionswirkung zu finden waren, an anderen Orten aber, ich denke dabei namentlich an die Felswände direkt unterhalb des Chalet Milchbach, hat die Erosion Beträge erreicht, die die ermittelten maximalen Beträge zweifellos *weit überschreiten* dürften. Zu ihrer Ermittlung haben wir im Bereiche dieser Wände in reichlicher Zahl neue Bohrlöcher angebracht. Für die Berechnung der Denudation des gesamten Gebietes dürfen die vorliegenden Ergebnisse zweifellos nur in stark reduziertem Masse in Rechnung gestellt werden. Vorsicht und Umsicht ist hier am Platze.

Für heute wollen wir dem Gletscher dankbar sein, dass er uns viele Fragen, die wir an ihn zu stellen hatten, beantwortet hat. Alfred de Quervain erlebte leider diese köstliche Stunde nicht mehr.

In memoriam Alfred de Quervain.

9. M. BIDER (Basel). — *Über unperiodische Störungen des täglichen Temperaturganges.*

Störungen des täglichen Temperaturganges können von sehr verschiedenen Faktoren verursacht werden. Die Turbulenzerscheinungen der elementaren aufsteigenden Luftströme bringen kurzperiodische Störungen hervor, die sich in gewissen Fällen auch bei den gewöhnlichen Registrierungen mit Bimetallthermographen deutlich ausprägen, wenn auch die Frequenz naturgemäss viel geringer ist als bei Registrierungen mit weniger trägen Instrumenten (z. B. Thermoelementen). Weiterhin bedingen plötzliche Schwankungen der Ein- und Ausstrahlung Störungen des regelmässigen Temperaturganges. Mit Hilfe thermoelektrischer Registrierungen konnte nachgewiesen werden, dass in gewissen Fällen der vertikale Temperaturgradient der Luft zwischen 0,5 cm und 110 cm über dem Boden für die Schwankungen der Lufttemperatur (1½ m über dem Boden) massgebend ist, indem mit Abnahme des erwähnten Gradienten die Lufttemperatur abnimmt et vice versa. Diese Ergebnisse weisen auf den grossen Einfluss des elementaren Luftaustausches hin, denn nur dadurch wird verständlich, dass die Lufttemperatur bei einer blossen Abnahme des vertikalen Gradienten selbst dann sinkt, wenn die Luft am Boden noch wärmer ist als in 1,1 m darüber.

Wenig untersucht sind die Veränderungen der Lufttemperatur, die durch Fallen von Niederschlag verursacht werden. Diese Vorgänge sind sehr komplexer Natur, da oft mit dem Einsetzen von Niederschlag ein Luftmassenwechsel auftritt. Eine rein statistische Untersuchung hat ergeben, dass sich die Lufttemperatur während den stärkeren Regenfällen (81) und Platzregen (57), die im Jahre 1931 (Platzregen 1929—1931) an der Astronomisch-meteorologischen Anstalt der Universität Basel registriert wurden, in folgender Weise geändert hat.

*Häufigkeit (in %) bestimmter Temperaturänderungen in ° C vom Beginn bis Ende des Niederschlages:*

	Erwärmung			0	Abkühlung									
	2-3	1-2	0-1		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
Regen	1	2	9	10	44	11	9	6	4	2	1	—	—	1
Platzregen			3	9	42	22	12	4	—	3	3	—	—	2

Man ersieht aus der obenstehenden Tabelle, dass in 80 % aller Regenfälle eine Abkühlung eintritt, bei den Platzregen sogar in fast 90 % aller Fälle. Für die Platzregen ergibt sich unter Berücksichtigung der Dauer eine mittlere Temperaturabnahme von 0,2° pro Minute, bei den Hagelfällen sogar 0,5° pro Minute. Über den Anteil der einzelnen die Abkühlung verursachenden Faktoren (Wärmetransport durch Niederschlag, Verdunstung, Luftmassenwechsel) können erst weitere Untersuchungen Aufschluss ergeben.

10. W. MÖRIKOFER und U. CHORUS (Davos-Platz). — *Ergebnisse von Ionenzählungen in Davos.* (Aus dem Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos.)

Während eines Jahresturnus wurden am Observatorium Davos häufig Messungen der Zahl der leichten Ionen mittels Ebertschem Ionenzähler und der Zahl der schweren Ionen mittels Israels Ionenzähler angestellt. Sehr prägnant und charakteristisch ist der Jahresgang nach Tabelle 1. Danach steigt die Zahl der leichten Ionen vom Minimum im Winter auf das Dreifache im Sommer. Umgekehrt und noch viel stärker betont ist der Jahresverlauf der schweren Ionen, die vom Minimum im Sommer auf nahezu den zehnfachen Betrag im Winter ansteigen.

Tabelle 1

*Monatsmittel der Anzahl der leichten und der schweren Ionen*  
(Summe der positiven und negativen Ionen.)

Monat	leichte Ionen	schwere Ionen
Januar (interpoliert) . . . . .	(820)	(17900)
Februar . . . . .	680	18820
März . . . . .	1250	9940
April . . . . .	1470	2610
Mai . . . . .	1740	2450
Juni . . . . .	1910	2110
Juli . . . . .	1580	2820
August . . . . .	1640	2750
September . . . . .	1710	2950
Oktober . . . . .	1160	7520
November . . . . .	1490	12710
Dezember . . . . .	970	16970
Jahr . . . . .	1370	8300

Der Ionenhaushalt und vor allem das Verhältnis zwischen leichten und schweren Ionen ist, wie zu erwarten, in erster Linie durch den Umstand bedingt, ob den vorhandenen leichten Ionen Träger zu Gebote stehen, an die sie sich anlagern und dadurch zu schweren Ionen werden können. Der Verlauf der Zahl der kleinen und der grossen Ionen ist daher in der Regel entgegengesetzt; doch ist ihre Summe nicht etwa konstant, sondern die Schwankungen der schweren Ionen können sehr viel grössere Beträge erreichen, da sie wegen ihrer grösseren Trägheit nicht so leicht der Rekombination verfallen. Übrigens sind im industrie-armen Hochgebirgstal von Davos die Bedingungen für einen stark ausgeprägten Jahresgang der Schwerionenzahl besonders günstig.

Das Verhältnis der Zahl der schweren Ionen  $N$  und der der leichten Ionen  $n$  geht parallel mit der Verunreinigung der Luft. So ersieht man aus Tabelle 2, dass die Hochtallage im Sommer nur noch von der freien Insel im Meere (und natürlich von den unbewohnten Berglagen) an Reinheit der Luft übertroffen wird; auch während der Heizperiode im Winter ist die Dunstbildung im Hochtal nur halb so stark wie in der Industriestadt.



Tabelle 2  
Zahl der schweren ( $N$ ) und der leichten ( $n$ ) Ionen

	$N$	$n$	$\frac{N}{n}$
<i>Sommer</i>			
Davos . . . .	2600	1680	1.5
Frankfurt . . .	13700	2060	6.7
Taunus . . . .	2840	1230	2.3
Helgoland . . .	1140	1060	1.1
<i>Winter</i>			
Davos . . . .	14000	1060	13.2
Frankfurt . . .	22600	830	27.2

Die Abhängigkeit der Ionenzahlen von Wind- und Witterungsverhältnissen und speziell ihr Verhalten bei Föhn sollen noch genauer untersucht werden. Doch geht schon jetzt aus unsern Messungen deutlich hervor, dass Tages- und Jahresgang der Ionenzahlen hauptsächlich durch wetterfremde Einflüsse meist stark lokaler Natur bedingt sind. Angesichts der grossen und regelmässigen Schwankungen der Ionenzahlen muss deshalb die von manchen Seiten vermutete Wirkung der natürlichen Luftionen auf das Befinden des Menschen abgelehnt werden.

11. F. W. PAUL GÖTZ (Arosa). — *Sonnenintensitäten auf Jungfrauoch.*

Seit 1923, da Prof. A. de Quervain ein Gutachten erbat, habe ich stichprobenweise je und je Strahlung auf Jungfrauoch gemessen.<sup>1</sup> Dieses Frühjahr wurde vom Lichtklimatischen Observatorium Arosa versuchsweise ein Aktinometer (zur Bedienung durch den Hauswart) dauernd placiert, damit auch Jungfrauoch in den vom Observatorium Potsdam monatlich herausgegebenen „Tabellen der Intensität der Sonnenstrahlung in Nord- und Mitteleuropa“ vertreten wäre.

Nachstehend nur einige Mittagswerte der Gesamtintensität der Sonne (in Grammc calorien pro Minute und  $\text{cm}^2$ ), wobei  $Q$  die direkt gemessenen,  $Q_0$  die auf mittlere Distanz Sonne-Erde reduzierten Werte sind;  $h$  ist die Sonnenhöhe. Normalinstrument: Silverdisk-Pyrheliometer (Smithsonianskala).

	$h$	$Q$	$Q_0$
1928, Sept. 15.	44°,7	1,618	1,636
19.	44°,8	1,596	1,610
20. (Mönchsgipfel)	44°,4	1,626	1,640
1929, Jan. 10.	21°,4	1,569	1,517
12.	21°,8	1,606	1,534
13.	21°,8	1,532	1,479
14.	22°,1	1,578	1,527
1932, April 25.	55°,8	1,688	1,709
April Monatsmittel		1,60	
1932, Mai 23.	63°,3	1,701	1,744
Mai Monatsmittel		1,60	

<sup>1</sup> Z. B. Das Strahlungsklima von Arosa. Berlin 1926. Tabelle 48.

Als Jahresmittel der Mittagssonne wird 1,60 gcal/min cm<sup>2</sup> nicht weit fehlgehen, während das Maximum erwartungsgemäss<sup>1</sup> 1,70 überschreitet. Am 23. Mai mass übrigens auch Herr Dr. Saidman-Paris auf Jungfrauojoch und fand innerhalb 1% identische Werte. Sonstige Maximalwerte grosser Höhenlagen sind:

			h	Q	Q <sub>0</sub>	
Zugspitze	. . . . .	2960 m	März	41°	1,68	1,67 (Lipp)
Egon-von-Steiger-Hütte		3240 m	Aug.	59°	1,64	1,69 (Loewe)
Brandenburger Haus	. . . . .	3300 m	Juni	66°	1,65	1,70 (Büttner)
Jungfrauojoch	. . . . .	3460 m	Sept.	41°	1,63	1,63 (Stenz)
Monte Rosa	. . . . .	4560 m	Aug.	54°	1,73	1,77 (P. Dubois)
Popocatepetl (Mexiko)		5300 m	März	65°	1,71	1,69 (Lemanski-Gorczyński)

Ein noch ganz unausgeschöpftes Gebiet sind die Intensitäten *tiefster Sonnenstände*. So ergab der 18. September 28, in guter Übereinstimmung mit einer älteren Messung auf dem Arosen Rothorn, bei —0°,3 Sonnendepression noch 0,30 gcal/min cm<sup>2</sup>. Solche Probleme der atmosphärischen Optik müssen zunächst vom Jungfrauojochplateau aus durchgeführt werden, da vom Institut aus die Abendsonne im August (bzw. April-Mai) und besonders die winterliche Morgensonne zwar bis 2 (bis 1) Grad über dem Horizont, jedoch nie tiefer erfassbar ist. Detaillierte Horizontausmessungen liegen vor.

**12. G. M. B. DOBSON (Oxford) und F. W. PAUL GÖTZ (Arosa). — Ozon der Atmosphäre.**

Das Ozon der Atmosphäre wird auf spektroskopischem Wege gemessen, indem man die Intensität zweier Wellenlängen des Sonnen- oder Himmelslichts vergleicht, deren eine mehr, deren andere weniger oder nicht vom Ozon absorbiert wird. Von den verschiedenen Absorptionsbanden des Ozons im Ultrarot, im Sichtbaren und im Ultraviolett ist die letztere die zweckmässigste und gebräuchlichste. So misst man das Intensitätsverhältnis zweier Wellenlängen entweder photographisch oder photoelektrisch, wobei das Vermeiden falschen Lichts besondere Vorsicht erfordert.

Die Ergebnisse zeigen eine enge Beziehung zwischen dem gesamten Ozongehalt der Atmosphäre und der Luftdruckverteilung über Europa, indem im allgemeinen der Ozongehalt westlich des Zentrums einer Zyklone besonders hoch ist; Hochdruckgebiete haben im allgemeinen geringes Ozon. Die Korrelation zwischen Luftdruck und Ozon am selben Ort wird erst dann ausgeprägt, wenn man auf den Luftdruck grösserer Höhen abstellt. Die Verteilung des Ozons über die Erde zeigt eine klare Abhängigkeit von der geographischen Breite, mit hohem Ozonbetrag an den Polen und niedrigem am Äquator. Ein Jahresgang mit Höchstwerten im Frühjahr wird polwärts immer stärker, während er am Äquator so

<sup>1</sup> Zeitschrift für angewandte Meteorologie 47, 67, 1930.

gut wie fehlt. So besteht im Frühjahr ein sehr grosser, im Herbst ein kleiner Unterschied nach geographischer Breite.

Die Höhe des Ozons in der Atmosphäre kann auf zweierlei Weise bestimmt werden. Man misst entweder das direkte Sonnenlicht oder das zerstreute blaue Himmelslicht. Beides vermag, wie sich neuerdings gezeigt hat, einander zu ergänzen, so dass man eine Aussage nicht nur über die mittlere Höhe, sondern auch über die vertikale Verteilung des Ozons erhält. Mittels Sonnenlicht kann bei hochstehender Sonne der Ozonbetrag bestimmt werden, ohne dass auf die Höhe des Ozons zurückgegriffen werden muss; dagegen muss bei tiefstehender Sonne wegen der Krümmung der Erde die Höhenlage des Ozons hierzu bekannt sein. Man erhält also nur dann Übereinstimmung für verschiedene Ozonbetragsmessungen desselben Tages, wenn man die richtige Höhe zugrunde legt. Zunächst wurde so für die mittlere Höhe des Ozons 45—50 km gefunden; neuere Messungen, die genauer sind, weil sie mit lichtstärkerer Apparatur bis zu tieferen Sonnenständen durchgeführt werden konnten, machen bedeutend tiefere Höhen wahrscheinlich. Bis jetzt kann keine Abhängigkeit der Schichthöhe von Jahreszeit oder vom Ozonbetrag verbürgt werden. Jede solche Angabe gibt nur den Schwerpunkt der Schicht und sagt nichts aus über ihre sicherlich grosse vertikale Erstreckung. Läge die Ozonschicht über dem lichtzerstreuenden Teil der Atmosphäre, so würde das Himmelslicht dieselben Absorptionsmerkmale aufweisen wie das Sonnenlicht; dies wird aber nicht gefunden, sondern bei ganz tiefen Sonnenständen ist das Himmelslicht ultraviolettreicher, als man demnach erwarten sollte. Also wird das Himmelslicht gewissermassen oberhalb der Ozonschicht zerstreut, es durchläuft die schwächende Ozonschicht auf kürzestem Weg. Wir hoffen, dass solche Beobachtungen (Umkehr-effekt), die wir diesen Sommer in Arosa durchgeführt haben, eine genauere Kenntnis der vertikalen Ozonverteilung erbringen werden. Auch Messungen des Ozons bodennaher Luftschichten, die bei künstlichen Lichtquellen bei horizontalem Strahlengang gewonnen wurden, haben nachweisbaren Ozongehalt ergeben.

Die Ozonschicht ist von vielseitiger und weitreichender Bedeutung. Der Grund der Beziehungen zwischen Ozon und Druckverteilung ist noch nicht durchsichtig, kann aber möglicherweise praktisch sehr wichtig werden. Die Ozonschicht regelt den ganzen ultravioletten Lichthaushalt. Die kurzwelligsten Sonnenstrahlen, die längst vor Erreichung der Erdoberfläche absorbiert werden, heizen die höchsten Schichten auf höhere Temperatur, als mittlere Atmosphärenhöhen sie haben. Diese Temperaturumkehr, die zuerst aus Meteorstudien erschlossen worden ist, bewirkt die anormale Schallausbreitung in der Höhe, so dass Explosionen jenseits einer Zone des Schweigens in etwa 200 km Entfernung wieder stark hörbar werden.