

**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:** 117 (1936)

**Vereinsnachrichten:** Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

**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:** 17.04.2026

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

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

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geophysik, Meteorologie  
und Astronomie

Freitag und Samstag, 28. und 29. August 1936

*Präsident*: Prof. Dr. TH. NIETHAMMER (Basel)

*Aktuar*: Prof. ALFRED KREIS (Chur)

1. M. DE SAUSSURE (Basel). — *Zur totalen Sonnenfinsternis vom 19. Juni 1936.*

Die von der Wiener Sternwarte nach Griechenland gesandte Expedition zur Beobachtung dieser totalen Sonnenfinsternis stand unter Leitung von Herrn Prof. Graff und bestand ferner aus den Herren Dr. Krumpholz, von Streeruwitz, Dr. Henz und dem Referenten. Der Beobachtungsort war Kap Sunion, zirka 60 km südlich von Athen. Der Referent berichtete über seine Aufnahmen zur Photometrie der Korona. Mit einer Kamera von 5 cm Öffnung und 60 cm Brennweite wurden während der Totalität zwei Aufnahmen der Korona gemacht, mit 10<sup>s</sup> resp. 1<sup>s</sup> Belichtungsdauer, auf höchstempfindlichen Superguil Ortho-Platten von Guilleminot. Ausserdem wurde eine Umrißskizze der Korona gemacht. Nach der Finsternis wurden die Platten geeicht durch extrafokale Aufnahmen mit verschiedenen Belichtungszeiten des Sterns  $\alpha$  Aurigae. Es wurden nun die Schwärzungen längs verschiedener Radien gemessen, die den Ausläufern und Buchten des Koronabildes entsprechen, und mit Hilfe der Skala in Helligkeiten umgerechnet. Eine mittlere Kurve der Lichtabnahme von innen nach aussen wurde abgeleitet; sie wurde verglichen mit den bisher bekannten Gesetzen von Turner, Becker und Bergstrand, die den Lichtabfall nach verschiedenen Potenzen des Abstandes, gemessen von verschiedenen Punkten des Sonnenradius, darstellen. Es ergab sich, dass die abgeleitete Kurve sich am besten dem Turnerschen Gesetz anschliesst und dieses somit bestätigt. Eine ausführlichere Abhandlung, mit Wiedergabe der Aufnahmen, wird in den *Archives des sciences phys. et nat.*, voraussichtlich in der Nummer von November-Dezember 1936, erscheinen.

2. FRANZ FLURY und RUDOLF WYSS (Bern). — *Kinematographische Beobachtung der Sonnenfinsternis vom 19. Juni 1936.*

Die visuellen Beobachtungen an der Station auf dem Gurten ergaben den Austritt zu 5<sup>h</sup> 58<sup>m</sup> 9.<sup>s</sup>4 MEZ, während der nach der *Connaissance*

des Temps unter Berücksichtigung der Korrektion für Meereshöhe und Refraktion berechnete Austritt =  $5^h 58^m 12.^s8$  ergibt, also eine Verfrühung des Austrittes gegenüber dem vorausberechneten Austritt um  $3.^s4$ . Die Beobachtung des Verschwindens des Einschnittes auf den Sonnenbildern des Filmbandes ergibt =  $5^h 58^m 0.^s7$ , also gegenüber dem visuell beobachteten Austritt um volle  $8.^s7$  zu früh. Berücksichtigt man das Wallen des Sonnenrandes und den Betrag der photographischen Diffusion, sowie die Grössenordnung der Sehne und des Abstandes des Sonnen- und Mondrandes an der betreffenden Stelle, so ergibt sich uns als Resultat die Unzweckmässigkeit dieser Art der Beobachtung der äusseren Kontakte in der hier angewandten Form. Bessere Resultate scheint die Auswertung der Sehnen zu versprechen, jedoch ist diese Arbeit noch nicht durchgeführt.

Über die Aufnahme selbst ist folgendes zu sagen:

a) *Photographischer Teil.* Für die kinematographischen Aufnahmen wurde eine berufsmässige Grosskamera (Ernemann-Débric) für 35 mm-Film verwendet. Um ein genügend grosses Sonnenbild zu erhalten, musste zu diesem Zweck ein Teleobjektiv berechnet und konstruiert werden. Es konnte hierzu bereits vorhandene Optik benützt werden. — Die Daten sind folgende: Telepositiv + 2,5 Dioptrien; Telenegativ — 7,0 Dioptrien; Totallänge ohne Taukappe 46 cm; Aequivalentbrennweite variabel bis 135 cm, verwendet mit 111,0 cm; relative Lichtstärke  $f/18$ . — Im weiteren wurden noch zwei Filter eingeschaltet um die Lichtstärke herabzusetzen ohne eine übermässig kleine Blende anwenden zu müssen. Zur Verwendung kam feinkörniger Positivfilm von zirka  $8^\circ$  Scheiner Empfindlichkeit. Die Belichtungszeit betrug bei einer Frequenz von 16 Bildern pro Sekunde und einer Öffnung der rotierenden Blende von  $5^\circ \frac{1}{1150}$  Sekunde.

b) *Technischer Teil und Prinzip.* Zu beiden Seiten des Bildes wurde der Platz zur Aufzeichnung der Zeitsignale und eines Interpolationszeichens reserviert.

1. *Das Interpolationszeichen.* Ein elektromagnetischer Unterbrecher vom Prinzip des Näfschen Hammers unterbrach einen Lichtstrahl mit einer Frequenz von zirka 10/sec.
2. *Das Zeitsignal.* Die Zenithuhr des astronomischen Institutes wurde durch kurze Wellen radiotelegraphisch übertragen. Der Ausgangswechselstrom des Empfängers auf dem Gurten wurde zwecks Übertragung auf ein Relais mittels einer Elektronenröhre gleichgerichtet. Der Relaisausgangsstrom betätigte einen zweiten elektromagnetischen Unterbrecher für einen Lichtstrahl (ähnlich wie sub 1). (Der sechzigste Sekundenschlag setzt hierbei jeweils aus.)

Im übrigen wurde noch die Sprechende Uhr radiotelegraphisch auf kurzen Wellen übertragen, und eine telephonische Dauerverbindung mit der Sternwarte vervollständigte die Sicherheit des Gelingens.

An dieser Stelle sei allen Mitarbeitern noch bestens gedankt.

**3. JAKOB M. SCHNEIDER** (Altstätten, St. Gallen). — *Die Sonne als veränderlicher Stern.*

I. Veränderliche sind Sterne mit Lichtwechsel. Für Sternweite ist also die Sonne kaum ein Veränderlicher. Für die Erde aber ist sie ein Fleckenveränderlicher. Es fragt sich, ob die Fleckenperioden nicht weit zurück verfolgbar sind und ob nicht die Sonne sich stark veränderte. Bekannt sind die Perioden der stärkeren Jahresringe, welche Douglass an einer kalifornischen sequoia gigantea bis etwa 3000 Jahre zurück feststellte als von der Dauer der Sonnenfleckenperioden bedingt. Andere stellten den Zusammenhang besonderen Klimacharakters mit dem Einfachen oder Mehrfachen von Fleckenperioden fest. Ich sah, dass oft die Flecken an Ausdehnung durch gleichzeitige Fackeln übertroffen werden (diese Woche, 24., 25. August). Es ist klar, dass die Fackeln viel stärker strahlen als die Flecke; Penumbrae und Kerne sind matt und dunkel wegen Licht- und Hitzedefekt, also wegen Strahlungsdefizit. Es ist aber bekannt, dass die Sonnenaktivität an Fleckentagen stärker auf die Kurve des Erdmagnetismus wirkt und auch die atmosphärischen Zustände beeinflusst. Vielleicht waren frühere wirkungsreichste Grossfleckentage zugleich Tage stärkster Fackeltätigkeit. Die Flecke sind leichter sichtbar als die Fackeln, fallen durch Wolkenschleier noch auf, welche die Fackeln unkenntlich machen. Nennen wir die Sonne einfach „strahlungsveränderlich“. Es fragt sich nun, wie weit zurück ein Wechsel von Sonnenstrahlungsperioden zu erfassen ist, und ob z. B. für die Entstehung der Eiszeiten eine quantitative und qualitative Änderung der Strahlungsperioden in Frage kommt.

II. Eine Antwort gibt ein Blütenpollendiagramm von einem Kieselgurprofil der Lüneburger Heide. Es geht lückenlos von einer Eiszeit zur andern, und die Feinschichtung ermöglicht Zeitbestimmungen. Das interglaziale Profil ist 11,1 m h. Giesenhagen mass ein nur 13,5 cm mächtiges Stück mit Blättern von je 1,1 mm Dicke, nach ihm Jahresschichten. Dewall zählte etwas entfernt davon durch 6,52 m Höhe 3793 Blätter, je 1,7 mm dick. Das gibt für je 1 m = rund 900 oder fast 600 Jahre; 11 m = rund 10,000 oder 6500 Jahre. Durch 8 m sind in je 1 m 3 maxima Kiefer und 3 maxima Erle, ebenso je 3 minima; in 3 m ist das Mittel je 3. In 76 Fällen in 106 dm sind maxima Kiefer und minima Erle, und umgekehrt, gleichzeitig. Es wechseln also während mehreren tausend Jahren (falls nicht auf 1 Jahr mehrere Blätter gehen) in je 1 m genau 3 trockenere und 3 feuchtere Perioden miteinander, und zwar von je fast gleicher Zeitdauer. Als Ursache dieser langen Kette auffallend genau wechselnder Klimaperioden kann als wahrscheinlich nur ein gleicher, paralleler Wechsel der veränderlichen Sonnenstrahlung in Betracht fallen. Weil jede dieser Vegetationsperioden nach Giesenhagen rund 300 Jahre, nach Dewall fast 200 Jahre umfasst, so müssen die Sonnenflecken- und Fackelperioden, falls sie die Ursache für diese Vegetationsperioden waren, gruppenweise schwächer oder stärker aktiv gewesen sein. 300 Jahre umfassen 27 unserer Fleckenperioden; 200 Jahre 18. Würden 3 Blätter auf 1 Jahr fallen, dann nur 9 oder 6.

Abgesehen von den untersten und obersten 60 cm im Profil war die Vegetation nach Spezies im ganzen Profil sich gleich. Es gingen also auch die Sonnenstrahlungsperioden qualitativ gleich durch die ganze Zwischeneiszeit.

III. Das Lüneburger Diagramm gibt aber auch Aufschlüsse über die Sonnenstrahlung im Beginn, Fortschreiten und Rückzug der Eiszeiten. Das Inlandeis rückte von Mitte Schweden vor, und während Bildung mindestens der unteren Hälfte des obersten m Gur in Lüneburg wurde Schweden bis an die Ostsee mit Eis bedeckt. Im oberen halben m drang es über die Ostsee bis gegen Lüneburg vor. Die neue Eiszeit hatte begonnen bei 1,1 m Jahresschicht wohl spätestens in 10 m h, bei 1,7 m schon in 9,6 m h des Diagramms. Die Warmbäume Eiche, Hainbuche, Ulme, Haselstrauch blühten in Lüneburg aber noch in 10,3 m h; kein einziger Baum des wärmsten Teils des Interglazials fehlt. Die Sonnenstrahlungsperioden traten also ohne wesentliche Änderung in die Eiszeit ein und blieben so darin. Hasel und Ulme blühten auch noch in 10,4 m h; die weniger empfindlichen Weiden, Erlen, Kiefern und Fichten noch in 11,1 m h, bis zur Aufschüttung des neuen Glazialsandes. Bis Schluss hatte je 1 m unverändert 3 maxima und 3 minima Erle. Das langsame Verschwinden der kälteempfindlichen Baumarten zeigt aber, dass es kühler wurde bei Herannahung der in Schweden über 1000 m, in Deutschland noch einige Hundert m h Eismasse. Das ergab sich aus dem Abfließen der schweren, kalten Luftmassen über das Inlandeis herab ins Flachland von selbst, und darf nicht einer katastrophalen Schwächung der Sonnenstrahlung zugeschrieben werden. Von einer Änderung der Vegetation und Fauna in den Tropen und Subtropen ist nichts bekannt, obwohl einiges Gletscheranwachsen auf dem Kania äquatornahe etwas grössere Kühle und Niederschläge für die Höhen bewies. — Während Bildung des untersten m Gur war Schweden immer noch unter Eis, obwohl schon in 0,5 m h Eiche, Linde und Haselstrauch in Lüneburg wieder blühten. Sie waren also während des Hochstandes der Eiszeit in nicht weiter Ferne blühend geblieben; die Eiche blühte in Lüneburg vereinzelt schon in 0,3 m h der Gur. Wenn die für Abkühlung und Vermehrung der Niederschläge des Schnees im Gebirge günstigen Strahlungsperioden längere Zeit einander folgten, oder wenn diese sich um weniges steigerten und die anderen etwas günstiger wurden, so mussten die Gletscher bei den andauernd reicheren Schneefällen im Herbst, Winter und Frühling und etwas kühleren, kürzeren Sommern in den Gebirgen fortwährend anwachsen und in die Tiefe drängen. Bei dann gleichbleibender Sonnenstrahlung musste sich die Eiszeit automatisch verschärfen, denn 1. das kühlere Wetter und 2. die von den wachsenden Gletschermassen herabsinkende kalte Luft bewirkten längere Schneebedeckung auch im Tiefland, und der schneebedeckte Boden konnte trotz Sonnenschein die Luft nicht erwärmen. So musste das Inlandeis stetig vorstossen, bis jene Strahlungsperioden wieder eintraten, welche weniger Lufttrübung, also weniger Schnee und wärmere Sommer brachten. Dann gingen die Gletscher zurück. Boden und Luft

wurden wegen kürzerer Schneebedeckung länger und stärker erwärmt; je mehr das Inlandeis zurückschmolz, um so mehr nahmen warme Luftmassen und Schmelze zu bis zum Verschwinden der Inlandeismassen, auch wieder bei nicht weiter veränderter Sonnenstrahlung.

Die katastrophalen Eiszeiten beweisen somit keine in sich katastrophale, ebenso starke Änderung der Sonnenstrahlung. Darum konnten auch Vegetation und Fauna in den Tropen und Subtropen unverändert bleiben.

Die mechanische Strahlungsänderung (Kurve von Milankovitsch) infolge wechselnder Erdbahn kann die vielen kurzen, gleichlangen Perioden und die gesamte Kürze des Lüneburger Interglazials nicht erklären.

#### 4. FRIEDRICH SCHMID (Oberhelfenschwil). — *Symmetrien und Asymmetrien des Purpurlichtes.*

Vor rund hundert Jahren haben Necker und Bravais zum erstenmal ernstere Beobachtungen über die Dämmerungsfarben angestellt, die später von Riggenbach, Dorno, Gruner u. a. erheblich erweitert worden sind.

Im Verlaufe der Dämmerung bildet das Purpurlicht den Höhepunkt des Farbenspiels. Die theoretischen Ableitungen gründen sich im allgemeinen auf die Annahme einer kugelförmigen Schichtung im trüben Medium der unteren Atmosphärenhülle. Damit ist der symmetrische Aufbau des Purpurlichtes als eine segmentförmige Aufhellung im Sonnenvertikal gegeben. Auf derselben Annahme beruht auch die allgemeine Voraussetzung, dass sich der gesamte Dämmerungsverlauf in der Ebene des Sonnenvertikals vollziehe. Zu abweichenden Resultaten ist der Verfasser schon in den Jahren 1910—1912 gekommen und erkannte in der Folge auch Asymmetrien in der Lage des sommerlichen Nachtscheins und der allgemeinen Dämmerung zum Sonnenazimut, stets in der Richtung des einseitig aufsteigenden Ekliptikastes. Die Exzentrizität der anbrechenden Morgendämmerung, wie sie der Verfasser im Jahre 1915 das erste Mal in den „Archives“ veröffentlichte, war eine besonders interessante Entdeckung. Schliesslich wurde auch das Purpurlicht auf seine Lage zum Sonnenvertikal untersucht. Auch hier zeigten sich im gleichen Sinne abends wie morgens gesetzmässige Verschiebungen zum Sonnenazimut gegen Süden. Eine bezügliche Veröffentlichung erfolgte im Jahre 1916 in der „Meteorologischen Zeitschrift“. Die weiter fortgesetzten Untersuchungen erhielten in den Jahren 1931—1933 durch zwei Reisen um Afrika und um die Erde sehr wertvolle Ergänzungen. Alle Beobachtungen weisen auf ein atmosphärisches Ellipsoid hin, dessen Äquator gegen die Ekliptik orientiert ist.

Die Resultate lassen sich heute folgendermassen zusammenfassen: Bei tiefstehender Ekliptik unseres Hochsommers zeigt sich das Purpurlicht als ein symmetrisches Segment in der Sonnenvertikalen, das Maximum in der Mitte. Die schief aufsteigende Ekliptiklage bedingt bei uns ein schwach pyramidenförmiges Purpurlicht, das nach Süden geneigt ist. Fast immer ist die steilere Südseite markanter als der flacher ab-

fallende und oft weit ausschweifende Nordschenkel. Typisch ist fast immer für das Maximum eine Südverschiebung von  $3-5^\circ$  vom Sonnenazimut. Bei senkrechter Ekliptiklage, wie sie nur in den Tropen möglich ist, wird das Purpurlicht hochpyramidal und symmetrisch zum Sonnenorte orientiert. Es ist sehr beachtenswert, dass alle diese Veränderungen, doch im stärkeren Grade, auch im Zodiakallichte vorkommen. Zur Erklärung der Asymmetrien im Purpurlicht hat man auch schon an Wolkenschlagschatten gedacht, die ja tatsächlich zuweilen ein strahliges Purpurlicht erzeugen können. Auch den Schatten ferner Berge hat man in Erwägung gezogen. Da aber bei uns die Verschiebungen im Purpurlichte eine Gesetzmässigkeit nach Süden verraten, die nach meinen Beobachtungen auf der südlichen Halbkugel umgekehrt, nach Norden gerichtet sind, und da nach verschiedenen Beobachtern auch in der Lage der neutralen Punkte der Himmelpolarisation verwandte Verlagerungen beobachtet worden sind, so muss die Ursache dieser Asymmetrien einen tieferen Grund im Schichtenbau der abgeplatteten Erdatmosphäre haben.

Im Jahre 1933 hat Brunner jun. in unserem Kreise die Ansicht geäussert (siehe Jahrbuch der S. N. G. 1933, S. 345, Absatz 2), dass bei  $4-6^\circ$  Sonnentiefe sich im Dämmerungsbogen noch keine Asymmetrie zeige, wie dies für den Zodiakallichtschein typisch sei. Der Referent findet hier eine Stütze, auch die Möglichkeit eines Mondzodiakallichtes über  $8^\circ$  Monddepression abzulehnen. Nun haben wir aber durch die Asymmetrien im Purpurlichte bewiesen, dass der Dämmerungsbogen tatsächlich schon in  $3-5^\circ$  Sonnentiefe solche Asymmetrien zeigt. Diese können sogar bei geringerer Sonnentiefe, im Klaren Fleck, ja, sogar am Taghimmel in der Lage der neutralen Punkte (Babinet und Arago) schon fühlbar werden. Für die Intensität der Dämmerungsfarben ist zudem der wechselnde Trübungsfaktor der Atmosphäre massgebend, der nicht allein durch terrestrische, sondern auch durch kosmische Einflüsse Veränderungen unterworfen ist. Es fehlen uns die Grundlagen, um voraus zu bestimmen, ob ein Purpurlicht gänzlich ausbleibe, oder in welcher Stärke es erscheine. Im gleichen Grade ist auch das Mondzodiakallicht, welches die Purpurlichtformen oft täuschend nachahmt, abhängig vom Reinheitsgrad der Atmosphäre und lässt sich mathematisch kaum bestimmen.

Aus allen unseren jahrzehntelangen Beobachtungen besteht im ganzen Dämmerungsvorgang und im Zodiakallichte ein eng verbundener Parallelismus, der immer wieder darauf hinweist, dass beide ihren Sitz in der abgeplatteten Erdatmosphäre haben.

**5. WILHELM KAISER** (Subingen, Sol.). — *Die Kugelgrösse der Sonne im Verhältnis zur Mondsphäre der Erde und zu den Sphären des Planetensystems* (Venusphäre : Merkursphäre) (Saturnsphäre : Jupiterphäre).

Die hier in Kürze skizzierten Dinge hat der Verfasser im zweiten Buche seines Werkes „Die geometrischen Vorstellungen in der Astro-

nomie“<sup>1</sup> ausführlich erläutert, wo er die Bildung und Volumverhältnisse der Planetensphären darstellt.

In der Kosmologie wird von einer Trennung der Planeten von der Sonne gesprochen. Der Verfasser möchte hier vor allem das Verhältnis unserer *Erde* zur *Sonne* betrachten. Als die Trennung von der Sonne geschah, war die Erde noch nicht fest, sondern in einem fein-gasförmigen Zustande. Diese Ur-Erde hat ihre Entwicklungsstufen. Ein wichtiger Moment wird jener gewesen sein, wo der Gasball eine solche Kugelgrösse hatte, deren Umfang in der kosmischen Erinnerung angedeutet wird durch die heutige *mittlere Bahn des Mondes* um die Erde. Diese mittlere Mondbahn hat einen Radius, der bekanntlich rund 60 mal grösser ist als der Radius  $r = 1$  unserer Erde. Eine Kugel mit dem Radius  $60 r$  nennen wir kurz „Mondsphäre“. Nun fand der Verfasser das folgende eigenartige Grössenverhältnis zwischen Mondsphäre und Sonne, und für den Radius der letzteren eine richtige mathematische Formel:

Volumen unserer Sonne  $V = 6^3 v = 6$  Volumen der Mondsphäre ( $v$ );

Radius unserer Sonne  $R = 60 \cdot \sqrt[3]{6} = 60 \cdot 1.817 r = 109 r$  ( $r = \text{Erdradius}$ );  
 Radienverhältnis Sonne : Mondsph. = 109 : 60. (Radius der Mondsph. = 60 Erdradien). Volumen der Mondsphäre =  $v = 216,000$  Volumen der Erdkugel.

Die Volumen von Kugeln verhalten sich wie die dritten Potenzen der Radien: deshalb ergibt sich für den Sonnenradius im Verhältnis zum Radius der Mondsphäre eine Kubikwurzel. Die vom Verfasser gefundene mathematische Formel liefert sehr genau den runden Wert von 109 Erdradien als Mass für den Sonnenradius — in Übereinstimmung mit den besten neueren *Messungsergebnissen* für die Sonnenentfernung und Sonnengrösse. Volumen der Sonne =  $6 \times 216,000$  Volumen der Erdkugel.

Das Radienverhältnis 109 : 60 der Sonne zur Mondsphäre und ebenso das entsprechende Volumverhältnis 6 : 1 hat der Verfasser auch als bestehend erkannt im *System der Planetensphären*. Darunter sind solche Kugeln zu verstehen, welche von den *mittleren* Bahnen der Planeten um die Sonne umgrenzt werden; diese Bahnen sind die *Umfänge* der zugehörigen Sphäre. Im Verhältnis zum mittleren Abstand Sonne — Erde = 1 hat die mittlere *Merkurbahn* und *Merkursphäre* den Radius  $K = \frac{7}{18} = 0.39$ . Nun ergibt sich folgende Beziehung zur *Venus*sphäre:

$$V = \frac{109}{60} K = \frac{109}{60} \cdot \frac{7}{18} = \frac{763}{1080} = 0.706; \frac{1}{2} \sqrt{2} = 0.707; S - E = 1.$$

Es ist also die Grösse  $V$  ziemlich gleich dem Radius eines solchen Kreises, der einbeschrieben ist in jenes *Quadrat*, dessen Ecken auf dem *mittleren Erdbahnkreise um die Sonne* liegen. Der Kreis mit dem Radius  $V$  aber bezeichnet nahezu die *mittlere Venusbahn*. Auch noch für andere Sphären des Planetensystems hat der Verfasser in seinem genannten Werke das Radienverhältnis 109 : 60 der Sonne zur Mondsphäre nach-

<sup>1</sup> Das Werk umfasst zwei grosse Textbände und drei Atlanten mit geometrischen Tafeln zur Astronomie. Preis Fr. 52.— für alle 5 Teile des Werkes. Selbstverlag des Verfassers Dr. Wilh. Kaiser, Subingen bei Solothurn.

gewiesen, so dass hier ein allgemeines *Form- und Baugesetz* im ganzen System vorliegt, nach dem auch die Sphären von Saturn und Jupiter gebildet sind.

6. F. W. PAUL GÖTZ (Arosa). — *Verlauf der totalen Sonnenfinsternis vom 19. Juni 1936 in der tripolitanischen Sahara.*

Als eine tötale dürfte die Finsternis in *Tripolis* streng genommen nicht bezeichnet werden. Da die Sonne noch unter dem Horizont stand, hätte die Totalität nur aus grösserer Höhe, etwa vom Flugzeug aus, direkt beobachtet werden können, zu der Zeit, als der Schattenkegel um 3<sup>h</sup> 49,6<sup>m</sup> Weltzeit im Mittelmeer (rund 300 km ostnordöstlich von der Stadt Tripolis) erstmals die Erde streifte. Ein solcher Beobachtungsort *unter* dem Schattenkegel auf der Dämmerungsseite ist bei einer totalen Sonnenfinsternis wohl noch nie bewusst gewählt worden: für die Aufgabe, auch hier<sup>1</sup> die von der kurzweiligsten Sonnenstrahlung angeregte Linienemission der hohen Atmosphäre spektrographisch zu erfassen, bot er den Vorteil bestmöglicher Dunkelheit der untersten 30 Kilometer, also geringster Überdeckung der erhofften Spektren durch in den tieferen Schichten zerstreutes Tageslicht. Die geometrischen Verhältnisse, das Heranbrausen des horizontal liegenden Schattenzylinders von oben her aus südlicher Richtung machten ferner einen Standort nicht unter der Zentrallinie, sondern nahe der südlichen Grenze der Verfinsterungszone erwünscht. Meine Wahl fiel so auf Garian rund 100 km südlich der Stadt Tripolis, zudem dieses, in 700 Meter Höhe auf der Hochfläche des Gebel gelegen, noch günstigere atmosphärische Bedingungen verhieß als das Küstenvorland.

Leider machte Bewölkung die Hoffnungen weitgehend zunichte. Schon nach Sonnenuntergang des Vortags zogen Cirren auf, die mit Alticumuli die Finsternis aufs stärkste störten, während über der nördlichen Ebene mit der Stadt Tripolis sogar eine geschlossene, von Garian aus als Wolkenmeer sichtbare Stratusdecke lagerte. Ist es nötig, zu sagen, dass schon wenige Stunden nach der Finsternis wieder der übliche tiefblau-wolkenlose Himmel strahlte?

Trotzdem wurden mit dem Nachtlichtspektrographen der Lichtstärke F/1 zwei Aufnahmen mit 30 sec Belichtungszeit versucht, die die Linie bei 6300 Å erkennen lassen, jedoch so schwach, dass bei der überaus geringen Dispersion des Ultraviolettspektrographen im Rot vor weiterer Untersuchung die Wahrscheinlichkeit offengelassen werden muss, dass es sich nicht um die gesuchte Emissionslinie, sondern um ein der verwendeten Plattensorte eigenes Sensibilisierungsmaximum handelt.

Was für den Spektrographen ausgesuchtes Pech war, bot als Entschädigung dem Auge einen unverlöschlichen Eindruck. Aus dem überraschend tiefen Dunkel der Finsternis heraus sah man in weiter Ferne die im ersten Sonnenlicht rotleuchtenden Cirren. Über sie schob sich nun, bei Blick nach Sonnenaufgangsrichtung, geradezu körperlich greif-

<sup>1</sup> Über den Nachweis der „Erd-Korona“ 6300 Å wurde vorläufig im Astronomischen Kolloquium Zürich (12. 5. 1936) berichtet.

bar und unheimlich wirkend der Kernschatten, das Rot in scharfer Grenzlinie auslöschend, um es nach Vorüberzug auf der andern Seite ebenso unvermittelt wieder aufleuchten zu lassen. Diese überraschende Erscheinung, die in solcher Art wohl an die beschriebene besondere Wahl des Beobachtungsorts gebunden ist, hätte sich hervorragend für eine kinematographische Aufnahme geeignet. Vermutlich hätte auch, worauf nicht geachtet wurde, am Gegenpunkt der Sonne ähnliches wahrgenommen werden können.

Ein weiterer, schon vor 10 Jahren von mir vorgeschlagener, wenn auch wenig aussichtsreicher Programmpunkt, der Versuch einer Erfassung des Zodiakallichts bei dunkeladaptiertem Auge, kam bei der beschriebenen Wetterlage nicht in Betracht und würde auch besser an einem Ort mit noch tieferer Sonnendepression unternommen, wie es in vorliegendem Falle die Oase Gadâmes gewesen wäre.

Herrn Professor Cassinis, Sekretär des italienischen Geophysikalischen Komitees, und Herrn Vizekonsul Schubert, Tripolis, auch an dieser Stelle meinen besten Dank!

#### **7a.** MAX OECHSLIN (Altdorf-Uri). — *Schneeprofiltemperaturen.*

Im Gotthardgebiet durchgeführte Schneeprofil-Temperaturmessungen (im Rahmen der Arbeiten der Schweiz. Schnee- und Lawinenforschungskommission) ergaben, dass im grossen und ganzen die Schneetemperaturen von oben nach unten abnehmen und in Bodennähe Temperaturen um null Grad erreicht werden, während in den obersten Schneeschichten grosse Schwankungen zu verzeichnen sind, die je nach der Lufttemperatur, dem Wind und der Luftfeuchtigkeit ändern. Die Temperatur der obersten Schneeschicht liegt im allgemeinen unter der Lufttemperatur, wenn diese — 5 Grad und weniger beträgt, und über derselben, wenn die Lufttemperatur — 8 Grad und mehr erreicht. Setzt trockner Wind ein, so vermag dieser die Temperatur der obersten Schneeschicht zu erniedrigen, bis der Hygrometerstand über der Schneeoberfläche 60 % und mehr Luftfeuchtigkeit zeigt. Die Verdunstung scheint hier dem Schnee Wärme zu entziehen. Bei anhaltendem Föhn sind die Differenzen zwischen Windstärke und Schneetemperatur weniger auffällig; Luft- und Schneetemperaturen verlaufen hier mehr oder weniger parallel, wobei die Schneetemperaturen verzögert sich den Lufttemperaturen anpassen. Je mehr die Lufttemperatur über Null bleibt, um so mehr findet im ganzen Schneeprofil ein Ausgleich der Temperaturen um null Grad statt. Vorhandener Oberflächenharst vermag den Schnee gegen aussen so zu isolieren, dass die Temperaturen in den tiefern Schneeschichten um einige Zehntelgrade unter Null bestehen bleiben, ein Umstand, auf den der Widerstand des Firnschnees und im Winter an der Oberfläche stark verharsteter Schnee gegen Sonne und Regen zurückzuführen ist. In der Schneeschicht können die Temperaturen auf kurze Distanz sehr verschieden sein, was auf den Einfluss von Luftströmungen im Schnee und auch auf den Einfluss der Bodenwärme zurückzuführen ist. Bei geringerer Schneemächtigkeit ist das Temperaturprofil zwischen Schneeober-

fläche und Boden rascher ausgeglichen als bei grösserer Schneehöhe. Je tiefer wir im Schnee steigen, um so gleichmässiger verläuft die Temperaturkurve.

Beispiel eines Temperaturprofils:

Gurschenhang, Nordexp. 1790 M/M, Andermatt, 24. I. 35.

Lufttemperatur — 5.5 Grad C. nachm. 15 Uhr, Windstärke 2.7 m/sec.

Luftfeuchtigkeit 41 ‰, Distanz der Profile 1.7 m.

Schneetiefe	Östliches Profil	Westliches Profil	Schneetiefe
15 cm	— 7.2 Grad	— 6.4 Grad	15 cm
35 "	— 6.9 "	— 5.2 "	35 "
55 "	— 5.6 "	— 3.8 "	55 "
75 "	— 4.1 "	— 2.0 "	75 "
95 "	— 3.6 "	— 0.6 "	95 "
		— 0.2 "	100 " Boden
115 "	— 2.6 "		
135 "	— 1.4 "		
155 "	— 0.2 "		
157 " Boden	— 0.2 "		

Notierungen betr. Windstärke, Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur und Schneetemperatur:

Ort und Zeit	Windstärke in m/sec.	Luft- feuch- tigkeit in ‰	Temperatur der	
			Luft	obersten Schneesicht in 15 cm Tiefe
Gurschen 24. 1. 35	2.7	41	— 5.4 Grad	— 7.2 Grad
Bätzberg 25. 1. 35	14.7	28	— 4.6 "	— 9.5 "
" "	4.5 bis 7.8	44	— 4.0 "	— 6.2 "
Haldi- Schattdorf 6. 1. 35	4	37	— 1.7 "	— 3.0 "
" "	6.2	62	— 3.4 "	— 3.2 "
Hospenthal 21. 12. 35	1.6	52	— 16.3 "	— 10.4 "
" 22. 12. 35	1.8	48	— 14.4 "	— 10.9 "
" 13. 2. 36	0.1	55	— 8.0 "	— 7.8 "
" 14. 2. 36	3.7	26	+ 3.7 "	— 9.0 "
" "	3.1	24	+ 3.2 "	— 6.2 "
" 15. 2. 36	3.9	27	+ 4.6 "	— 2.4 "
" 16. 2. 36	2.1	64	+ 3.4 "	— 0 "
" "	3.1	76	+ 1.6 "	— 0 "

**7b.** MAX OECHSLIN (Altdorf-Uri). — *Ein Versuch zur Bestimmung der Schneekohäsion.*

Für die Lawinenkunde ist die Kenntnis der innern Schneebe-  
wegungen von grosser Wichtigkeit. Aufgestossener Boden, gelöste Boden-  
steine, krummgelegte Stauden und Bäume (Sichelform des Stammes) sagen uns,  
dass es keinen ruhigen Schnee gibt. Infolge der steten Umlagerung,  
die im Schnee stattfindet (Wirkung von Druck und Temperatur), sintert  
der Schnee auf der ebenen Fläche in sich selbst zusammen, während

er auf geneigter Grundlage in der Richtung des grössten Hanggefälles abwärts kriecht (sueggen-Bern, schläsmen-Uri, märttschen-Glarus). Mit dem Kryokinometer (System der Schweiz. Gletscherkommission S. N. G.), verbunden mit einer senkrecht zum Hang in die Schneeschicht gestellten Schubplatte, konnten diese Kriechbewegungen bei Hangneigungen von 10—41 % mit 7.6—26.5 mm in 24 Stunden gemessen werden. Die Schneefliessbewegung ist nicht kontinuierlich gleich, es treten Stauungen, Stauungen auf, denen wieder beschleunigte Bewegungen folgen. Plötzliche Lösung einer Stauung kann zum Abriss einer Schneeschicht führen.

Die Kohäsionsmessungen erfolgten mittelst eines selbstkonstruierten Messapparates (angefertigt durch die Firma Kern & Co., Aarau). Es wird im Schneeprofil eine Schneesäule von 50 oder 100 cm<sup>2</sup> Fläche ausgehoben, in den festen Teil des Apparates eingespannt und hernach mittelst einer Federwaage die freigelegte Schneesäule abgesichert und die hierfür notwendige Scherkraft gemessen. Ein Aufsatzmikroskop mit eingebauten Millimetergitter erlaubt die genauere Untersuchung der Scherfläche. Aus rund 150 bisherigen Messungen ergeben sich:

Schneeart	Spez. Gewicht	Schneetemperatur	Schergewicht in Gr.
NS körnig-luftig . . . . .	140	0.0	270
NS körnig-luftig . . . . .	300	0.2	310
NS flockig . . . . .	280	0.2	920
AS körnig . . . . .	175	— 0.1	1630
AS körnig-fest . . . . .	405	0.1 bis 0.4	1650
AS körnig-fest . . . . .	400	0,3	1720
AS grobkörnig-fest . . . . .	420	— 0.3	2870
AS körnig-fest . . . . .	325	— 0.1 bis + 0.3	3180
AS grobkörnig-fest . . . . .	460	0.0 bis — 0.1	4000
AS grobkörnig-fest . . . . .	390	— 0.3	4200
AS feinkörnig . . . . .	340	0.0 bis + 0,1	4880
AS feinkörnig . . . . .	380	— 0.2	4880
AS feinkörnig-fest . . . . .	435	— 0.1 bis — 0.3	6150
AS feinkörnig . . . . .	380	— 0.6	6320
AS feinkörnig-fest . . . . .	460	— 0.3	6880
AS feinkörnig-fest . . . . .	465	— 0.2 bis — 0.3	7020
AS feinkörnig, windgeweht, fest	340	— 1.1	10700
AS körnig-salzig, Schwimmschnee	410	+ 0.1	760
AS körnig-salzig, Schwimmschnee	320	— 0.1	1330
NS flockig-pulverig . . . . .	120	— 9.6	150
NS flockig-pulverig . . . . .	130	— 9.6	180
NS körnig-luftig . . . . .	230	— 6.2	1200
AS körnig . . . . .	305	— 3.2	4450
AS körnig-fest . . . . .	340	— 1.2	6100

NS = Neuschnee      AS = Altschnee

Wir erkennen, dass die Schneeart auf die Schneekohäsion von grossem Einfluss ist. Neuschnee weist eine geringe Kohäsion auf,

ebenso Pulverschnee mit tiefen Temperaturen, sowie der salzkörnige Schwimmschnee. Das spezifische Gewicht gibt allein keinen Maßstab für die Kohäsionsgrösse. Bei Neuschnee, Pulverschnee und Schwimmschnee liegt die Kohäsion unter 2000 Gramm für 50 cm<sup>2</sup>. Bei Altschnee erkennen wir deutlich, dass die Schneetemperatur eine grosse Rolle spielt. Sinkt dieselbe unter — 0.1 Grad, so gefriert das Wasser gleichfalls zur Kittmasse zwischen den Schneekristallen, Körnern, und die Kohäsion nimmt bedeutend zu und erreicht Werte, die über 4000 Gramm für 50 cm<sup>2</sup> liegen. Ist bei tiefen Temperaturen der Schnee körnig-luftig, so nimmt die Kohäsion wieder ab, weil hier wie beim Pulverschnee und Schwimmschnee sich kein „Kitteis“ bilden kann.

**8. WALTER MÖRIKOFER (Davos). — Davoser Schneeuntersuchungen.**

In Weiterentwicklung schon seit Jahren in Davos durchgeführter Schneeuntersuchungen wurden im Winter 1935/36 am Davoser Observatorium vielseitige Untersuchungen über Schnee und Schneedecke in Zusammenarbeit und mit Unterstützung der Schweiz. Expertenkommission für Schnee- und Lawinenforschung (Präsident: Oberforstinspektor *M. Petitmermet*) vorgenommen. Sie entfallen in der Hauptsache auf drei Problemgruppen:

1. *Klimatologie der Schneedecke* (ausgeführt durch das Observatorium Davos): Tägliche Messung der Neu- und der Gesamtschneehöhe, Registrierung der Niederschlagsmenge, dreimal tägliche Messung der Temperatur in und unter der Schneedecke und im Erdboden mittels thermoelektrischen Messverfahrens, Bestimmung von Schneedichte und Schneesichtung mittels Ausstechsonde und durch Profilgraben.

2. *Struktur und Metamorphose des Schnees* (ausgeführt von Dr. *H. Bader* vom Mineralogisch-Petrographischen Institut der E. T. H., Direktor: Prof. Dr. *P. Niggli*): Mikroskopische und mikrophotographische Arbeiten, Siebanalyse der Korngrössen, Bestimmung von Raumgewicht, Luftdurchlässigkeit, Wassergehalt und Aufsaugvermögen des Schnees, Versuche über Schmelzen, Verdunsten und Schichtmarkierung, Untersuchungen über den Massenaustausch innerhalb der Schneedecke bei reiner Sublimation und bei Schmelzvorgängen; Ausarbeiten neuer Untersuchungsmethoden.

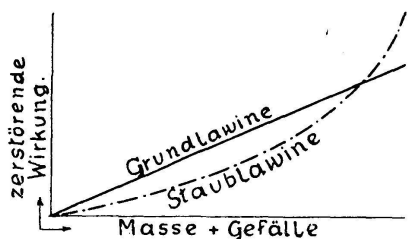
3. *Festigkeitseigenschaften der Schneedecke* (ausgeführt von Ing. *R. Haefeli* von der Erdbauabteilung an der Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H., Direktor: Prof. Dr. *E. Meyer-Peter*): Laboratoriumsuntersuchungen über Zusammendrückbarkeit, Zug-, Druck- und Scherfestigkeit, Dehnbarkeit, Kriechfähigkeit und innere Reibung natürlicher Schneeproben mit Hilfe speziell konstruierter Versuchsapparate. Felduntersuchungen an Profilen über Schichtung, Raumgewicht, Festigkeit und Temperaturverteilung in der Schneedecke; Beobachtungen an Lawinen. Ausarbeitung und Prüfung neuer Methoden für die Festigkeitsuntersuchungen.

Die Zusammenarbeit der drei Spezialinstitute scheint sich sehr bewährt zu haben; sie soll deshalb weitergeführt werden. Wenn auch nur teilweise definitive Ergebnisse gewonnen werden konnten, wurden doch

viele Erfahrungen gesammelt und Methoden ausgearbeitet. Speziell hat es sich auch bewährt, alle Laboratoriumsuntersuchungen in einem aus Schneewänden, Schneeboden und Schneedach bestehenden geräumigen Schneelaboratorium durchzuführen, in dem Störungen durch Witterungseinflüsse und speziell Strahlung ausgeschaltet und die Schwankungen der Temperatur nur gering waren. Ein Teil der Felduntersuchungen wurde nicht nur beim Observatorium Davos, sondern auch im Parsenngebiet durchgeführt.

**9. R. STREIFF-BECKER (Zürich). — Zur Dynamik der Staublawinen.**

Beobachtung und Erfahrung haben uns gelehrt, dass die Wirkung gleitender und stürzender Schneemassen sehr verschieden ist, je nachdem diese als Naßschneelawinen (Grundlawinen) bei Temperaturen über null Grad niedergehen, oder als Trockenschneelawinen (Staublawinen) bei Temperaturen unter null Grad. Wenn wir versuchen, die Wirkung gleitender Schneemassen auf entgegenstehende Hindernisse (Gebäude, Wälder usw.) graphisch darzustellen, indem wir Masse und Gefälle in



der Abszisse, den Grad der Zerstörung in der Ordinate auftragen, so erhalten wir das nebenstehende schematische Kurvenbild. Während bei Naßschneelawinen die Zerstörung ungefähr im geraden Verhältnis zur Masse und zum Gefälle ansteigt, sogar schon der „Krichschnee“ zerstörende Wirkung hat, fängt eine solche bei der Staublawine erst bei den grossen

Massen an. Es fallen jährlich in unseren Alpen Tausende von Staublawinen kleinen bis mittleren Formates, die wohl für das Auge einen prächtigen Anblick bieten, im allgemeinen aber still und harmlos niedergehen. Erst wenn die Massen einer Staublawine eine gewisse Grösse überschreiten, werden sie rasch gefährlich und ihre Wirkung ist dann um ein Vielfaches zerstörender als bei einer der Masse nach gleich grossen Grundlawine. Glücklicherweise sind die böartigen Staublawinen selten, denn sie treten gewöhnlich nur auf nach übergrossen Schneefällen, die von Sturm begleitet sind.

Die vom starken Wind über eine Grathöhe getriebenen Schneekristalle werden schon im Luv beim Anprall zertrümmert und in Form feinsten Pulverschnees im Lee in ungeheuren Mengen abgelagert. Geschieht dies an einem Steilhang und ist die oft viele Meter tiefe Schneeschicht mit einer Wächte gekrönt, dann ist die Gefahr der Staublawinenbildung unmittelbar vorhanden. Durch den geringsten Anstoss kommt die im labilen Gleichgewicht befindliche Schneeschicht in Bewegung. Der Abbruch eines Stückes der Wächte, ein fallender Stein oder die Bewegung eines Tieres genügen zur Auslösung der Lawine. Durch die genannten Ursachen werden unzählige Staublawinen kleinen Formates, die sog. „Gratstüber“, ausgelöst. Zur Auslösung einer grossen zerstörenden Staublawine braucht es jedoch weiter reichendere Ursachen. Als solche erachte ich in erster Linie den Wind, und zwar speziell die Fall-

böen. Es ist eine alte Erfahrungstatsache, dass die meisten Staublawinen am ersten aufhellenden Morgen nach den schweren Schneefällen nieder-gehen. Es findet dann zwischen den Schatten- und Sonnenhängen ein lebhafter Luftaustausch statt; es entstehen die Gratwinde, oft als Fallböen ausgebildet. Wir beobachten nicht selten, wie von einem Berg- hang eine ganze Anzahl kleiner Staublawinen gleichzeitig losgeht, wie auf Kommando. Der plötzliche heftige Stoss eines Fallwindes auf die breite Fläche einer schon im labilen Gleichgewicht befindlichen Schnee- schicht bringt diese am Steilhang in Bewegung. Der umfangreiche, viele Meter dicke Schneeblock erlangt durch diesen Stoss gleich in der ersten Sekunde eine höhere Geschwindigkeit, als ihm beim freien Fall aus der Ruhelage sonst zukäme. Die stürzende Masse besteht aus trockenem Schneestaub, dessen einzelne Teilchen sehr dicht aneinanderliegen, ohne jedoch, wegen der niederen Temperatur, zusammenzubacken. Das wenige Füllmaterial ist Luft, so dass die äussere Reibung an der Luft und am Untergrund sehr gering ist. Die stürzende Masse nimmt infolgedessen sehr rasch eine Beschleunigung an, welche der des freien Falles nahe- kommt. Infolge der Reibung an der äusseren Luft werden die ober- flächlichen Schneeteilchen vom Verband abgetrennt, wobei ein grösserer Oberflächenteil dieser äusseren Schneekörner von der Luft umspült und ihre Geschwindigkeit gebremst wird. Wenn die Masse eines losgetrennten Schneeteilchens im Verhältnis zu dessen Oberfläche sehr klein ist, bleibt das Schneeteilchen in der Schwebe. Wir erkennen diesen Vorgang in den Schneestaubwolken, welche die stürzenden Schneeböcke umgeben und gleich brodelnden Cumuluswolken begleiten. Kleinere Schneemengen werden bald zu Staubwolken aufgelöst und bilden die genannten harm- losen „Gratstüber“. Ist aber die Schneemenge gross und das Gefälle stark, dann geht der Absturz so schnell vor sich, dass nur ein relativ kleiner Teil als Staubwolke abgetrennt wird. Der Hauptteil gleitet in einem oder mehreren Blöcken mit zunehmender Schnelligkeit abwärts, komprimiert die Luft vor sich her, und der dadurch erzeugte Sturm- wind hat, vorauseilend, die bekannte zerstörende Wirkung. An einem offenen Abhang ist die Wirkung des Luftdruckes geringer, gross aber bei schluchtartiger Gleitbahn, wo die gepresste Luft seitlich nicht aus- weichen kann. Beim Aufschlag der Kernmassen auf feste Körper (Fuss einer Felswand, Bäume, Gebäude) wird der Verband der dichtlagernden Schneeteilchen zersprengt, vielfach die Hindernisse überwältigt und die Umgebung mit Schneestaub bepudert. Die Hauptzerstörung geschieht aber durch den vorauseilenden Luftdruck, eine geringere durch das Ein- strömen von Luft in das Vacuum, das der stürzenden Schneemasse nach- folgen muss. Mit welchen Geschwindigkeitsgrössen wir bei den Staub- lawinen zu rechnen haben, lehrt uns der Vergleich mit der gleichartigen Wirkung der Orkane, wo uns ja Geschwindigkeiten von über 100 km- Stunde bekannt sind. Bei der Staublawine haben wir eine Analogie zum Wasserfall vor uns: Bei diesem auch die zentrale geschlossene Wassermasse, umgeben von dem durch den Luftwiderstand losgetrennten Wasserstaub und stets vorauseilend einen konstanten Sturmwind. Beim

Wasser ist zwar das grössere spezifische Gewicht vorhanden, dafür bei der Staublawine der grössere Querschnitt, die durch Schneebeleg ausgeglichene Gleitbahn und daherige enorme Beschleunigung.

**10. GEORG BÖHME (Davos).** — *Zur Meteorologie des Glarner Föhns.*

Es wird berichtet über meteorologische Ergebnisse von Föhnuntersuchungen in Glarus, die im Rahmen der vom Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos auf breiter Basis durchgeführten „Glarner Föhnstudien“ vorgenommen wurden. Die Untersuchungen wurden durch Beihilfen von verschiedener Seite ermöglicht, insbesondere seitens der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, der Eidgen. Volkswirtschaftsstiftung und des Kantonsspitals Glarus.

Zur Erforschung der Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse bei Föhn im Glarner Tal wurden an 6 Orten Thermohygrographen-Registrierungen vorgenommen, und zwar in Elm, Auen-Linthal, Braunwald, Schwändi, Glarus und Ziegelbrücke, von denen 5 stets gleichzeitig in Betrieb waren. In Glarus selbst war ausserdem (auf dem Dache des Kantonsspitals) ein Anemograph, System „Fuess-Devik“, aufgestellt. Die Instrumente waren in der Hauptsache alle vom November 1933 bis Juni 1936 in Betrieb. Weiterhin wurden zur Untersuchung der Aerologie des Föhns in Glarus und in Elm-Wallenbrugg Pilotballonaufstiege angestellt, die im Einfach- oder Doppelanschnitt vermessen wurden.

Aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial ergeben sich auf Grund von sieben bearbeiteten typischen Föhnfällen folgende Feststellungen:

Der Föhn beginnt stets zuerst im Talhintergrund, geht dort am spätesten zu Ende und hat dort somit auch die längste Dauer. Dabei zeigt sich der Einfall des Föhns in den Registrierungen der Stationen im Talhintergrund (Elm, Linthal) zumeist zögernd und kämpfend, während er beim Talausgang (Glarus, Ziegelbrücke) mit einem ausserordentlich steilen und plötzlichen Temperaturanstieg und ebensolchem steilen Feuchtigkeitsrückgang verbunden ist.

Aus der Windregistrierung ergibt sich, dass lange vor dem Föhn schwache Winde aus südlicher Richtung wehen, die kurz vor Einbruch des eigentlichen Föhns für eine bis mehrere Stunden in Nord umspringen. Hierauf setzt der Föhn selbst als Südwind stürmisch ein und wird stets nach seinem Abklingen durch kalte nördliche Winde (häufig mit Niederschlag) abgelöst.

Eine ausführliche Bearbeitung des gesamten Beobachtungsmaterials erscheint an anderer Stelle.

**11. MAX BIDER (Basel).** — *Die Windverhältnisse von Basel auf Grund siebenjähriger Registrierungen.*

Die Astronomisch-meteorologische Anstalt der Universität Basel befindet sich am Südennde auf einem die Stadt um etwa 40 m Höhe überragenden Plateau. Die Registrierungen werden daselbst mit einem Steffens-Hedde-Anemographen, dessen Schalenkreuz sich etwa 14 m über

dem Boden befindet, durchgeführt. Die Auswertungen wurden in üblicher Weise nach Stundenwerten vorgenommen, sie erstrecken sich über die Jahre 1929—1935. Als Mittel für Windweg (in km), Windhäufigkeit und Windgeschwindigkeit (m/s) ergeben sich folgende Werte (Windgeschwindigkeit  $\leq 0.5$  m/s wurden als Calmen gezählt):

		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	
Jahr	{	Windweg	751	346	660	4180	11200	8580
		Windhäufigkeit	120	61	113	486	1416	1155
		Windgeschwindigkeit	1.73	1.57	1.62	2.38	2.19	2.06
		SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	
Jahr	{	Windweg	1730	880	1730	4405	5186	10350
		Windhäufigkeit	324	151	279	569	587	820
		Windgeschwindigkeit	1.48	1.62	1.72	2.15	2.45	3.51
		W	WNW	NW	NNW	C	Summe resp. Mittel	
Jahr	{	Windweg	6045	6600	2143	1022	648	66456
		Windhäufigkeit	645	861	348	164	664	8763
		Windgeschwindigkeit	2.60	2.13	1.67	1.73	0.29	2.11

Gegenüber einer den allgemeinen Luftströmungen frei exponierten Station ergibt sich ein starkes Überwiegen der Ostwinde, sowie ein starker Ausfall der nördlich-nordöstlichen und südlichen Winde, entsprechend ist die Geschwindigkeit der Ostwinde relativ gross, die der nördlich-nordöstlichen und südlichen relativ gering.

Der Jahresgang der Windgeschwindigkeit, des resultierenden Windweges und der Windrichtung ergibt folgendes Bild:

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Geschwindigkeit	2.47	2.30	2.29	2.45	1.96	1.82
Resultierender Windweg	1690	750	700	1970	1800	1330
Resultierende Windrichtung	122	147	170	241	249	243
	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Geschwindigkeit	1.91	1.76	1.71	2.12	2.18	2.38
Resultierender Windweg	1750	1210	780	1870	1270	1820
Resultierende Windrichtung	242	218	195	199	144	125

Die Winddrehung vom Winter zum Sommer wird verursacht durch eine starke Zunahme nordwestlicher Winde im Sommer bei gleichzeitiger Abnahme östlicher Winde. Der Tagesgang der Windgeschwindigkeit zeigt in den Jahreszeiten folgenden Verlauf:

	h	2	4	6	8	10	12
Frühling . . . .		1.86	1.99	1.93	2.03	2.27	2.56
Sommer . . . . .		1.51	1.49	1.42	1.51	1.89	2.23
Herbst . . . . .		1.89	1.88	1.91	1.89	2.02	2.17
Winter . . . . .		2.35	2.32	2.31	2.36	2.46	2.50

	h	14	16	18	20	22	24
Frühling . . . .		2.75	2.78	2.40	2.15	2.02	1.93
Sommer . . . .		2.42	2.46	2.16	1.66	1.62	1.56
Herbst . . . .		2.26	2.14	1.96	2.00	1.91	1.91
Winter . . . .		2.54	2.43	2.35	2.35	2.34	2.33

Eine Untersuchung der Windverhältnisse an hellen Sommertagen (171 Tage) ergab einen überraschend gut ausgeprägten täglichen Windwechsel mit einem starken Vorwiegen östlicher Winde in den Nacht- und Morgenstunden, der nordwestlichen Winde von 12—18 Uhr und einem schwachen Vorherrschen südlicher Winde von 20—22 Uhr. Es handelt sich wohl um einen Berg- und Talwind, wobei das Rheintal rheinaufwärts die entscheidende Rolle spielt (vgl. folgende Tabelle, unter Beständigkeit wird der Quotient des resultierenden Windweges zum gesamten Windweg verstanden):

	h	2	4	6	8	10	12
Resultierender Windweg		460	565	565	460	292	274
Resultierende Windrichtung		136	130	120	94	52	350
Beständigkeit		0.60	0.68	0.69	0.57	0.30	0.24

	h	14	16	18	20	22	24
Resultierender Windweg		328	432	345	104	500	450
Resultierende Windrichtung		339	319	319	239	180	145
Beständigkeit		0.27	0.35	0.30	0.05	0.57	0.53

Eine Zusammenstellung der Höhenwinde (Messungen der Flugwetterwarte Basel) ergab, dass sich der tägliche Windwechsel durchschnittlich bis in eine Höhe von etwa 800 m erstrecken dürfte.

**12.** OTTO LÜTSCHG und A. VON SPEYR (Zürich). — *Über die Schwankungen der Gletscher im oberen Saastal, in Grindelwald und im Fornogebiet.*

Kein Manuskript eingegangen.

**13.** OTTO LÜTSCHG (Zürich). — *Neue Ergebnisse der Untersuchungen über die Landesverdunstung im schweizerischen Hochgebirge.*

Kein Manuskript eingegangen.

**14.** FRITZ GASSMANN (Aarau). — *Ein geoelektrischer Widerstandsmesser.*

Ein einfaches Verfahren zur Vornahme von elektrischen Boden-sondierungen ist das Wennergsche 4-Punkt-Verfahren. Bei diesem Verfahren wird vermitteltst zweier in den Erdboden zu steckender stabförmiger Elektroden  $P_1$  und  $P_2$  ein Gleichstrom  $J$  durch den Boden gesandt. Von dem dadurch im Erdboden entstehenden stationären elektrischen Feld wird die Potentialdifferenz  $\Delta$  zwischen zwei Punkten  $S_1$  und  $S_2$  des Erdbodens gemessen, und zwar liegen diese Punkte auf der

Verbindungsstrecke  $P_1 P_2$  so, dass sie sie in 3 gleiche Teile  $a$  teilen. Ist der Erdboden elektrisch homogen, so ist sein spezifischer Widerstand gleich dem Ausdruck

$$2 \pi \cdot \frac{a \Delta}{J}.$$

Ist der Erdboden elektrisch inhomogen, also beispielsweise aus Schichten verschiedenen spezifischen Widerstandes aufgebaut, oder enthält er eine Einlagerung, deren Widerstand sich von dem der Umgebung unterscheidet, so ist der obenstehende Ausdruck abhängig von der Lage der Elektroden  $P_1$  und  $P_2$  im Feld und von ihrem gegenseitigen Abstand. Aus dem genaueren Verlauf dieser Abhängigkeiten wird auf die Struktur des Bodens geschlossen.

Das Institut für Geophysik der Eidgen. Techn. Hochschule hat zur Vornahme von Sondierungen der beschriebenen Art eine vom Referenten entworfene Apparatur von der Firma Trüb, Täuber & Co. AG. in Zürich herstellen lassen (man vergleiche die Abbildung). Die Apparatur enthält einen Stromwender, der den störenden Einfluss vagabundierender Erdströme zu eliminieren erlaubt. Ebenso sind Anschlüsse vorhanden, um mit Hilfe eines einfachen Drehschalters wahlweise die Potentialdifferenz zwischen den Punkten  $S_1$  und  $S_2$  oder zwischen einem dieser Punkte und dem Mittelpunkt der Strecke  $S_1 S_2$  zu bestimmen. Diese Einrichtung ist wertvoll zur Bestimmung von Asymmetrien in der Struktur des Bodens. Sie dient ferner zur gegenseitigen Kontrolle der verschiedenen Ablesungen am Apparat.



Der geoelektrische Widerstandsmesser des Instituts für Geophysik der E. T. H.

**15.** THEODOR NIETHAMMER (Basel-Binningen). — *Die Bewegungsgleichungen des Basler Universalseismographen.*

Wird anderweitig publiziert.

**16.** PAUL-LOUIS MERCANTON (Zurich). — *Les sondages séismométriques de la Commission des Glaciers à l'Unteraar.*

De tout temps la Commission helvétique des Glaciers s'est préoccupé de déterminer l'épaisseur de ces formations.

A son instigation la Fondation Schläfli posait déjà la question à la fin du siècle dernier et en 1901 attribuait à MM. Constant Dutoit et Mercanton un premier prix pour leurs essais prometteurs de forage mécanique au moyen d'une tarière travaillant dans un courant d'eau.

La mise en œuvre, à ce même moment, mais d'une manière tout à fait indépendante, de la même méthode, par MM. Hess et Bluemcke et ses brillants résultats sont connus de tous les glaciologues. Le procédé est toutefois d'une application si lente et si onéreuse qu'on n'a cessé depuis lors d'en rechercher un plus expéditif.

Dès leur expédition de 1912, de Quervain et Mercanton évoquaient la possibilité d'appliquer soit les ondes séismiques, soit les oscillations hertziennes aux sondages de l'inlandsis groenlandais.

En 1919, le second effectuait au Tsanfleuron, puis au Col d'Orny (Trient), des essais en série avec microphone et explosifs; ils furent infructueux, mais donnèrent des éclaircissements sur les difficultés créées par le névé à la propagation des ébranlements.

En 1926, au glacier de Corbassière d'abord, puis, en hiver, au glacier Inférieur du Grindelwald, de nouveaux essais du soussigné, au moyen du géophone de Perrin, ravivèrent l'espoir d'obtenir enfin un résultat utile. Entre temps, Langevin et Schitlowsky mettaient au point leur géniale méthode de sondages à la mer par les ultrasons. Bien que la faiblesse de l'énergie mise en jeu par le sondeur ultrasonique fût redouter un échec, la Commission des Glaciers se hasarda à essayer ce procédé qui aurait eu l'avantage énorme de supprimer les explosifs et surtout de permettre le sondage direct à l'aplomb de l'appareil. Les tentatives de MM. Jost et Mercanton au glacier de l'Eiger, en septembre 1926, échouèrent, probablement surtout par défaut d'énergie réfléchie suffisante, pour une part peut-être aussi par insuffisance de l'appareillage disponible.

Sur ces entrefaites les recherches entreprises par M. Mothes, de l'Institut Géophysique de Göttingen, au moyen d'un séismographe très sensible à enregistrement photographique, aboutirent à des résultats si heureux que le procédé prit aussitôt le pas devant tous les autres. Coup sur coup de brillantes réussites aux glaciers de Pasterze, de l'Aletsch, etc., en confirmèrent le mérite et reléguèrent à l'arrière-plan toutes les autres solutions du problème, celles qu'on basait sur l'emploi des ondes électriques notamment.

En 1931, la Commission helvétique des Glaciers organisait, en collaboration avec l'Institut Géophysique de Göttingen, des sondages

séismométriques au glacier du Rhône, entre les profils rouge et jaune; sondages très réussis, dont les résultats viennent de paraître dans les «Nouveaux Mémoires» de la S. H. S. N., de la plume de M. Jost. J'ai l'honneur de présenter à la G. M. A. cette première publication suisse explicite.

La méthode dite «de Mothes» ou de la réflexion oblique sur le lit du glacier des ébranlements provoqués par une explosion à la surface de ce dernier — comme celle, étroitement apparentée, de l'utilisation des ondes séismiques transmises par le lit même — entraîne des complications matérielles notables: nécessité de fortes charges d'explosif, de tendre un câble entre le séismographe et la charge dans des terrains souvent difficiles et dangereux, etc. Ces complications ne pouvaient donc annihiler le désir de la transmission verticale, plus directe, des ondes; c'est pourquoi avant de se décider définitivement à réaliser les instruments coûteux actuels, la Commission a tenu à essayer encore le sondeur Marti à microphone, qui a de si brillants états de service à la mer et que sa robustesse, sa simplicité d'usage et son prix relativement bas recommandaient. Il semble avoir donné en 1933, au Scoresbysund, entre les mains de l'équipe française de l'Année Polaire Internationale, des résultats utilisables. Nos essais de 1933 au glacier du Rhône sont restés tout à fait infructueux. C'est pourquoi la Commission des Glaciers s'est procurée aujourd'hui, après épreuve de la méthode au glacier du Rhône, en 1935, un séismographe photographique basé sur les principes reconnus, mais réalisé avec un rare bonheur en vue de sa tâche spéciale par le professeur A. Kreis de Coire et son habile mécanicien, M. Würth. En voici les caractéristiques:

Le séismographe pour glaciers de M. Kreis, a pour masse stationnaire un cube de fer de 12 kg., donnant les trois composantes (la verticale et les deux horizontales à angle droit). Il a pour toutes trois une période de 0,1 seconde. L'amplification, mécanique pour une part, optique pour l'autre, atteint 30,000 fois. Le séismomètre est flanqué de deux oscillographes. Au moyen de ceux-ci, on peut enregistrer à la fois le moment, transmis électriquement, de l'explosion, aussi bien que l'arrivée des ondes séismiques en un ou deux points du glacier. Dans ce dernier but, les oscillographes sont reliés par l'intermédiaire d'un amplificateur à lampes à un géophone approprié. L'enregistrement se fait sur un papier au bromure, large de 12 cm. Le point lumineux est fourni par une lampe de 4 volts, éclairant à la fois, par lentille et fente, les miroirs des trois composantes du séismomètre et des oscillographes. Les temps sont marqués sur le film par des décharges dans un tube à hélium à la fréquence de 50 périodes/seconde, contrôlée par un diapason. La force motrice est fournie par la chute d'un poids qu'un frein magnétique règle, dispositif qui a le mérite de ne pas engendrer d'ébranlements. Les tentes nécessaires — et qui n'ont pas besoin d'être obscures — abritent appareils et opérateurs.

Avec ce dispositif, M. Kreis et des membres de la Commission MM. Jost, Renaud et Wyss, secondés par de jeunes auxiliaires béné-

voles, ont fait campagne du 20 juillet au 8 août 1936 à l'Unteraar. Ils ont obtenu plus de 90 séismogrammes, dans la partie basse de la langue, de part et d'autre du profil inférieur du Brandlamm. L'élaboration en sera forcément longue. D'ores et déjà ils semblent contenir des révélations imprévues sur le comportement des glaces, âgées, de l'Unteraar : pour des distances entre le point d'explosion et le séismographe dépassant 300 mètres, la vitesse de propagation des ondes longitudinales atteint 3,8 km./sec., alors que jusqu'ici on avait mesuré dans les glaciers alpins 3,6 km./sec. seulement. Les conditions du glacier d'Unteraar s'apparenteraient ainsi à celles de l'inlandsis groenlandais. Les calculs provisoires indiquent des profondeurs de l'ordre de 200 mètres et plus.

La Commission des Glaciers saisit cette occasion pour remercier ici publiquement la Compagnie des Forces motrices bernoises, dont l'appui libéral a permis la première réalisation d'un programme de recherches qui doit s'étendre sur plusieurs années et nous donnera — espérons-le — la connaissance complète de ce glacier d'Unteraar que Agassiz et ses compagnons ont illustré déjà, voici tantôt 100 ans. La Commission remercie également la Société vaudoise des Sciences Naturelles qui de son Fonds Agassiz a contribué, pour sa part, à l'acquisition du matériel instrumental.

**17. PAUL-LOUIS MERCANTON et JEAN LUGEON (Zurich). —** *L'électrosonde M. Z. A. pour la mesure du contenu des totalisateurs de précipitations (mougins).*

La nécessité, en haute montagne, d'opérer vite, mais surtout le besoin de contrôler le contenu des totalisateurs plus fréquemment que leur vidange annuelle ne le permet, ont relégué à l'arrière-plan la méthode des pesées de ce contenu, la seule correcte pourtant; il en a été de même de la mesure volumétrique, en récipient jaugé, tout aussi longue que la pesée mais entachée d'erreurs du fait que la densité de la liqueur, partant son volume spécifique, est fonction à la fois de sa concentration saline et de sa température.

On se contente aujourd'hui d'effectuer des sondages dits „cathéto-métriques“ à l'aide d'une règle divisée, descendue verticalement de l'ouverture supérieure du mougin jusqu'à toucher le liquide. Le réservoir, un cylindre circulaire en général bien régulier, ayant été jaugé au préalable en fonction de la distance liquide-ouverture, les augmentations du contenu à partir de la charge initiale décèlent les emmagasine-ments successifs d'eau météorique. Ceci suppose, bien entendu, qu'il n'y a eu ni évaporation ni fuites. Le premier risque est absolument écarté par la présence de la couche d'huile de deux ou trois millimètres d'épaisseur dont on a recouvert la solution saline; le second ne l'est pas. Des cas de fuites, par détérioration des parois du récipient, plus souvent encore par défaillance du robinet de vidange, ont été constatés. C'est pourquoi l'auteur a préconisé et pratiqué depuis longtemps à ses totalisateurs d'Orny et des Diablerets le soutirage régulier d'échantillons (200 à

300 grammes), après brassage consciencieux du contenu pour en uniformiser la concentration saline. La densité est mesurée au laboratoire; elle peut l'être aussi sur place au moyen d'un jeu de petits aréomètres donnant le millième. Si elle ne correspond pas au sondage cathétométrique mais se révèle inférieure à ce qu'elle devrait être, c'est que du sel s'est perdu par écoulement intempestif d'une part de la liqueur. Nous devons réserver à une publication plus détaillée l'exposé des recherches sur ce point et nous en tenir à un objet plus restreint: le sondage à la règle cathétométrique.

On se sert généralement d'un simple mètre pliant qu'on appuie au rebord interne de l'ouverture, en le laissant tomber aussi d'aplomb que possible, jusqu'à toucher juste l'huile; on fait alors la lecture. Établir un contact exact est délicat, voire difficile. Sans doute, on est avisé par l'apparition brusque d'un reflet que le ménisque de contact s'est établi, mais ce ménisque persiste, si l'on continue à enfoncer la règle; il ne se rompt en revanche pas tout de suite quand on la relève, d'où une incertitude qui ne permet guère de dépasser la précision du millimètre sans recourir à la moyenne d'opérations multiples, plutôt fatigantes dans les conditions incommodes où il faut opérer (froid, vent, postures forcées, etc.). D'autre part on connaît souvent mal l'épaisseur de la couche d'huile, grandeur qu'il faudra ajouter à la lecture. Enfin et surtout, les totalisateurs ne sont en général ni verticaux ni bien stables sur leur longues jambes; ils penchent le plus souvent et de plusieurs degrés, de sorte que leur ouverture n'est pas horizontale. La surface du liquide est ainsi oblique par rapport à l'axe de révolution de l'appareil, d'où deux erreurs:

1° La distance verticale du rebord de l'ouverture au liquide est plus petite que si l'appareil était d'aplomb; 2° elle varie d'un point à l'autre du rebord.

La répétition des sondages en des points équidistants du pourtour élimine cette seconde erreur mais en alourdissant la tâche; elle ne supprime pas la première.

Tout ceci suppose encore que l'inclinaison du mongin ne change pas pendant le travail, ce qui ne se produit que trop souvent quand l'opérateur s'agite sur l'appareil.

Or, on démontre sans peine que toutes ces erreurs disparaissent si le jaugeage s'opère non plus à la verticale mais suivant l'axe de l'appareil: *le point d'intersection du liquide avec cet axe reste en effet invariable quand on penche le réservoir, aussi longtemps que la liqueur baigne sa paroi cylindrique* et c'est ce point axial que le sondage doit atteindre. Il suffit pour cela d'asseoir fermement sur l'ouverture du totalisateur une traverse portant en l'exactly milieu de celle-là une glissière par laquelle on descendra la sonde: une tige tout à fait rigide, bien rectiligne, et terminée en pointe. Cette tige matérialisera l'axe géométrique du totalisateur. Elle sera divisée convenablement à partir de sa pointe. La lecture se fera au sortir de la glissière, à une fraction de millimètre près. Pareille construction est applicable sans autre aux sondages,

par simple contact avec la surface de l'huile, tels qu'on les pratique actuellement, mais le sondage gagnera considérablement en précision si l'on rend la sonde conductrice et l'intercale dans un circuit électrique, avec pile et téléphone, fermé par le contenu salin du mougin. Dès que le contact s'établit — ou se rompt — entre la pointe de la sonde et ce contenu on entend un son caractéristique. Remarquons qu'on n'a plus à tenir compte alors de l'épaisseur de l'huile. Des expériences répétées nous ont prouvé qu'on pouvait assurer ainsi le sondage à  $\frac{2}{10}$  de millimètre près en tout cas, voire à moins, et ceci même en eau pure.

La nouvelle sonde — que nous présentons ici — est faite d'un tube de laiton robuste de 8 mm. de diamètre, terminé axialement par une tige de platine épaisse de 1 mm. Pour la commodité de son transport, la sonde, longue de 105 cm, est en trois segments égaux se raccordant à vis. La glissière tubulaire qu'elle traverse est fixée perpendiculairement au milieu d'une traverse en bois que des butées maintiennent bien centrée sur la gueule du totalisateur. Un des pôles de la pile (4 volts, type de poche) est relié à la glissière; l'autre, à travers un écouteur double (Telefunken  $2 \times 2000 \Omega$ ) par une pince, avec une saillie quelconque du totalisateur.

Le nouvel engin sera plus spécialement utile pour les contrôles sur réseaux serrés de totalisateurs, car il abrégera considérablement les mesures, tout en leur assurant une précision plus grande. Cette précision est d'ailleurs surabondante en regard des graves défauts aérodynamiques des totalisateurs actuels et sa recherche ne se justifierait pas si l'électrosonde n'allégeait en même temps considérablement la tâche des observateurs. Il n'est notamment plus nécessaire de voir dans le totalisateur, chose souvent très malaisée, soit qu'il fasse trop sombre, soit que la réverbération intense des neiges éblouisse l'opérateur.