

**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:** 133 (1953)

**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:** 14.01.2026

**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

Sonntag, den 6. September 1953

*Präsident:* Prof. J. LUGEON (Zürich)  
*Sekretär:* J. C. THAMS (Lugano)

**1. THEODOR ZINGG (Weißfluhjoch/Davos).** – *Klima und Gletscherschwankungen.*

Die Untersuchungen beschränken sich auf die letzten 50 bis 70 Jahre, von welchen sowohl brauchbare klimatische wie Gletscherbeobachtungen vorliegen. Über den Anteil der verschiedenen Witterungselemente am Zustandekommen und an der Bilanz des Gletscherhaushaltes haben besonders Ahlmann, Sverdrup, Wallen und Hoinkes, um nur einige Namen zu nennen, gearbeitet und auch entsprechende Messungen durchgeführt.

Von den Elementen sind die Niederschlagsmengen rechnerisch nicht zugänglich, und auch die Messungen sind, was die Winterniederschläge anbetrifft, problematisch. Hingegen sind Verdunstung, Kondensation und Abschmelzen der Berechnung aus den meteorologischen Elementen zugänglich. Freilich handelt es sich hier um vereinzelte Vorhaben und nicht um langjährige Reihen. Da nach wie vor die Beziehung zwischen positiver Temperatur und Schmelzwassermenge mindestens in unserm Klimagebiet eindeutig ist, so wurde versucht, die Gletscherschwankungen in Zusammenhang mit den gebräuchlich gemessenen Elementen zu bringen.

Am auffallendsten in den langjährigen Beobachtungen ist der große Temperaturanstieg in den Jahren ab 1940 bis 1951. Die positiven Temperatursummen betragen in der Ablationsperiode über 200° mehr als

um die Jahrhundertwende bzw. 900 mm Schmelzwasser mehr in 2500 m. Hingegen ist die Sonnenscheindauer in den letzten zehn Jahren eher geringer als um 1900. Komplizierter sind die Niederschlagsverhältnisse. Die Schwierigkeit in der Beurteilung beruht vor allem in der Berücksichtigung der Randmonate hinsichtlich Menge der festen Niederschläge.

Die Beziehung zwischen Temperatur und Gletscherstand ist so offensichtlich, daß man von längern Beobachtungsreihen von Gletschern deren Reaktionszeit erkennen kann. Im Zusammenhang mit den Abschmelzwerten in den verschiedenen Höhenstufen und bei Kenntnis der Arealverteilung lassen sich die Gleichgewichtszustände unter dem herrschenden Klima bestimmen.

So reagiert der Turtmanngletscher nach zirka 7 Jahren, Hüfigletscher nach 4, die am Alpenkamm gelegenen Urner Gletscher schon nach 1 bis 2 Jahren. Der Rhonegletscher ist momentan im Gleichgewicht und dürfte unter den gegenwärtigen Verhältnissen in den nächsten beiden Jahren eher etwas vorstoßen. Findelen-, Gorner-, Aletsch-, Morteratsch- und andere Gletscher sind noch lange nicht im Gleichgewicht und werden weiter zurückweichen.

## 2. WALTER KUHN (Zürich). — *Statistische Ergebnisse von Firnzuwachsmessungen.*

Von dem im Laufe eines Winters und Frühjahres gefallenen Schnee bleibt im Firngebiet der Gletscher am Ende des nächsten Sommers ein gewisser Rest übrig. Die Dicke dieser Restschicht bezeichnen wir als Firnzuwachs. Schmilzt an einer Stelle die ganze seit dem letzten Herbst abgelagerte Schneedecke und wird überdies noch eine Schicht von der älteren Unterlage abgetragen, so figuriert die Tiefe dieser zusätzlich abgeschmolzenen Firnschicht in unseren Aufzeichnungen als Firnzuwachs mit negativem Vorzeichen. Die Firnzuwachsmessungen verfolgen den Zweck, den Einfluß von Schwankungen der meteorologischen Elemente auf den Firnhaushalt abzuklären.

Seit 1915 wird der Firnzuwachs auf dem *Claridenfirn* (in den Glarner Alpen) und auf dem *Silvrettagletscher* (im nördlichen Graubünden) jeden Herbst bestimmt. Diese Messungen wurden bis 1946 von der Gletscherkommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich, seither von der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt betreut. Wir verfügen auf den beiden Firngebieten über je zwei Meßstellen in Höhen von 2700 bis 3000 m ü. M. Von diesen vier Meßpunkten liegen nun 28 bis 30 vollständige Jahresergebnisse vor, so daß eine statistische Bearbeitung möglich ist.

Wir haben die Korrelation zwischen Firnzuwachs, Niederschlag, Lufttemperatur, Sonnenscheindauer und Globalstrahlung untersucht. Der Niederschlag wird mit Hilfe von Totalisatoren in nächster Umgebung der Firnfelder bestimmt; die Niederschlagsmessungen beziehen sich jeweils auf die gleiche Zeitspanne wie der Firnzuwachs. Für die

Lufttemperatur verwenden wir die Angaben des Säntis-Observatoriums (2500 m). Als geeignetste Temperaturmaße betrachten wir die Summe der positiven Tagesmittel innerhalb des für Firnzuwachs und Niederschlag geltenden Zeitraumes und das Mittel der Monate Juni–August. Die Sonnenscheindauer entnehmen wir ebenfalls den Beobachtungen des Säntis. Für die Globalstrahlung sind wir auf die Messungen des Physikalisch-meteorologischen Observatoriums Davos (1580 m) angewiesen; monatliche Globalstrahlungssummen liegen seit 1931 vor. Weitere meteorologische Faktoren, die sich auf den Firnhaushalt auswirken, wie Wind und Luftfeuchtigkeit, konnten wir bisher nicht berücksichtigen. Die Aufspaltung des Firnzuwachses in die beiden gegensinnigen Komponenten Akkumulation und Ablation ist einstweilen nicht durchführbar, da wir nur ausnahmsweise Ablesungen der größten Schneehöhe vom Frühjahr besitzen.

Die Ergebnisse unserer Untersuchung (Tab.) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Im Claridengebiet hängt der Firnzuwachs vor allem vom Niederschlag ab. Die entsprechenden Korrelationskoeffizienten übertreffen mit 0,82 bzw. 0,83 alle andern. Im Silvrettagebiet dagegen erhalten wir mit dem Niederschlag eine etwas schwächere Korrelation als mit Temperatur und Sonnenschein. Nun ist der mittlere Jahresniederschlag auf Silvretta nicht ganz halb so groß wie auf Clariden. Es scheint also, daß in niederschlagsreichen Gebieten die Akkumulation, in trockenen eher die Ablation für den resultierenden Firnzuwachs maßgebend ist.

Die Korrelation des Firnzuwachses mit der Summe der positiven Tagestemperaturen ergibt wie diejenige mit der Mitteltemperatur der Sommermonate Koeffizienten von der Größenordnung  $-0,6$ . Ähnliche Zahlen erhalten wir auch mit der Sonnenscheindauer, wobei es anscheinend fast gleichgültig ist, ob das Total des ganzen hydrologischen Jahres oder das der Sommermonate allein in Rechnung gesetzt wird. Eine Sonderstellung nimmt der horizontale, auf einem Paß gelegene obere Silvretta-Meßplatz ein: Er spricht auf die Sonnenscheindauer stärker an als auf die andern Elemente und reagiert empfindlicher darauf als die andern, nach verschiedenen Richtungen geneigten Meßplätze.

Die Globalstrahlung von Davos liefert im allgemeinen etwas kleinere Beträge für den Korrelationskoeffizienten als Temperatur und Sonnenscheindauer vom Säntis. Wegen der kürzeren Beobachtungsreihe sind aber die Korrelationszahlen für die Strahlung so unsicher, daß sie einstweilen keinen schlüssigen Vergleich mit den anderen Ergebnissen zulassen.

Um die gegenseitige Abhängigkeit der meteorologischen Elemente auszuschalten, haben wir für Gruppen von je drei Elementen auch partielle Korrelationskoeffizienten ausgerechnet. Diese ändern aber kaum etwas an der Rangfolge der betrachteten Einflüsse, so daß auf ihre Mitteilung hier verzichtet werden kann.



*Tabelle*

Korrelation zwischen Firnzuwachs und meteorologischen Elementen,  
nach den Beobachtungen von 1916–1952

In jedem Feld: Korrelationskoeffizient in Hundertsteln  
± mittlerer Fehler

	Clariden		Silvretta	
	2900 m	2700 m	3000 m	2750 m
Niederschlag (Totalisatoren) .....	+81 ±06	+83 06	+57 12	+41 16
Temperatur (Säntis):				
Summe pos. Tagesmittel .....	—56 13	—67 10	—66 10	—58 13
Mittel Juni–August .....	—67 10	—60 12	—64 11	—51 14
Sonnenscheindauer (Säntis):				
Hydrolog. Jahr .....	—61 12	—62 11	—70 09	—41 16
Juni–August .....	—57 12	—51 14	—76 08	—50 14
Globalstrahlung (Davos):				
Hydrolog. Jahr .....	—51 17	—50 18	—53 16	—52 18
Juni–August .....	—43 19	—27 23	—54 16	—46 20

### 3. PETER KASSER (Zürich). – Ablation und Schwund am Großen Aletschgletscher.

Seit dem Herbst 1950 werden durch die Abteilung für Hydrologie der VAWE an der ETH und die Gletscherkommission der S.N.G. Ablationsmessungen am Großen Aletschgletscher durchgeführt. Die zehn Meßstellen des Jahres 1950/51 liegen zwischen 2950 und 2250 m ü. M., die 15 Pegel von 1951/52 zwischen 2950 und 1680 m. Die Ablationswerte beziehen sich auf den Abbau der bei Beginn des jeweiligen Berichtsjahres vorhandenen Substanz. Die lineare Korrelation der in m Eis gemessenen Ablationen  $E_A$  mit den Höhen  $H$  in m ü. M. ergibt:

$$\text{Gl. 1} \quad E_A = -11,147 \cdot 10^{-3} \cdot H + 31,60 \quad \text{für 1950/51 und}$$

$$\text{Gl. 2} \quad E_A = -10,408 \cdot 10^{-3} \cdot H + 31,12 \quad \text{für 1951/52}$$

Die Korrelationskoeffizienten  $r$  betragen 0,969 für Gl. 1 und 0,981 für Gl. 2. Nach den Ausgleichsgeraden lag die Firnlinie im Herbst 1951 auf 2834 m, 1952 auf 2990 m ü. M. Mit einem Raumgewicht des Eises von 0,9 t/m<sup>3</sup> folgen aus Gl. 1, Gl. 2 und der hypsographischen Kurve des vergletscherten Gebietes totale Ablationswassermengen von 142 Mio m<sup>3</sup> für 1950/51 und 206 Mio m<sup>3</sup> für 1951/52, was 32,1 bzw. 44,0% der Jahresabflüsse in Massaboden entspricht.

Aus den photogrammetrischen Aufnahmen der Landestopographie von 1926/27 und 1947 wurde der Schwund  $S$  dieser 21jährigen Periode einem Längenprofil durch das Eis des Jungfraufirns für Höhenstufen von 20 zu 20 m entnommen und in Abhängigkeit der Meereshöhe aufgezeichnet. Bis auf 1800 m ü. M. hinunter läßt sich mit guter Annäherung

eine Parabel (Gl. 3) durch den Punkteschwarm legen, deren Scheitel oder Schwundnullpunkt auf 4000 m ü. M. liegt.

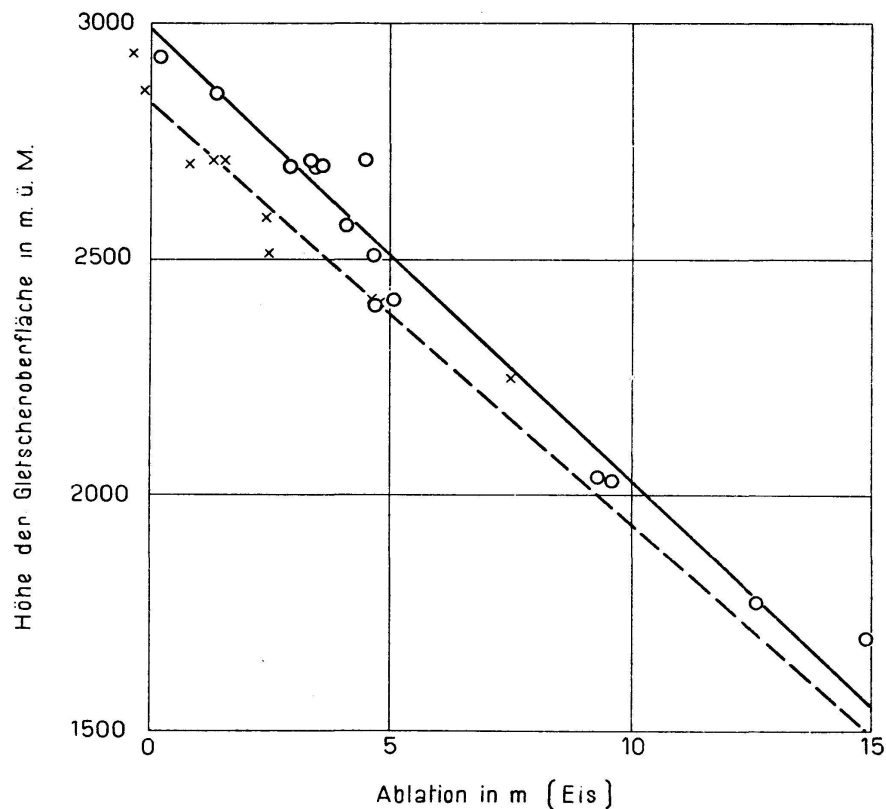
$$\text{Gl. 3} \quad S = \frac{1}{0,9} 10^{-5} (4000 - H)^2, \text{ worin } S \text{ in m Eis und } H \text{ in m ü. M.}$$

Größer ist der Schwund am Zungenende, das, infolge mangelhaften Nachschubs durch die Bewegung, in Auflösung begriffen ist.

### Grosser Aletschgletscher

Ablation in Abhängigkeit von der Meereshöhe

Jahr	Bezugsgerade	Korrelationskoeffizient
x 1950/51	$E_A = -11,147 \cdot 10^{-3} \cdot H + 31,60$	$r = 0,969$
o 1951/52	$E_A = -10,408 \cdot 10^{-3} \cdot H + 31,12$	$r = 0,981$

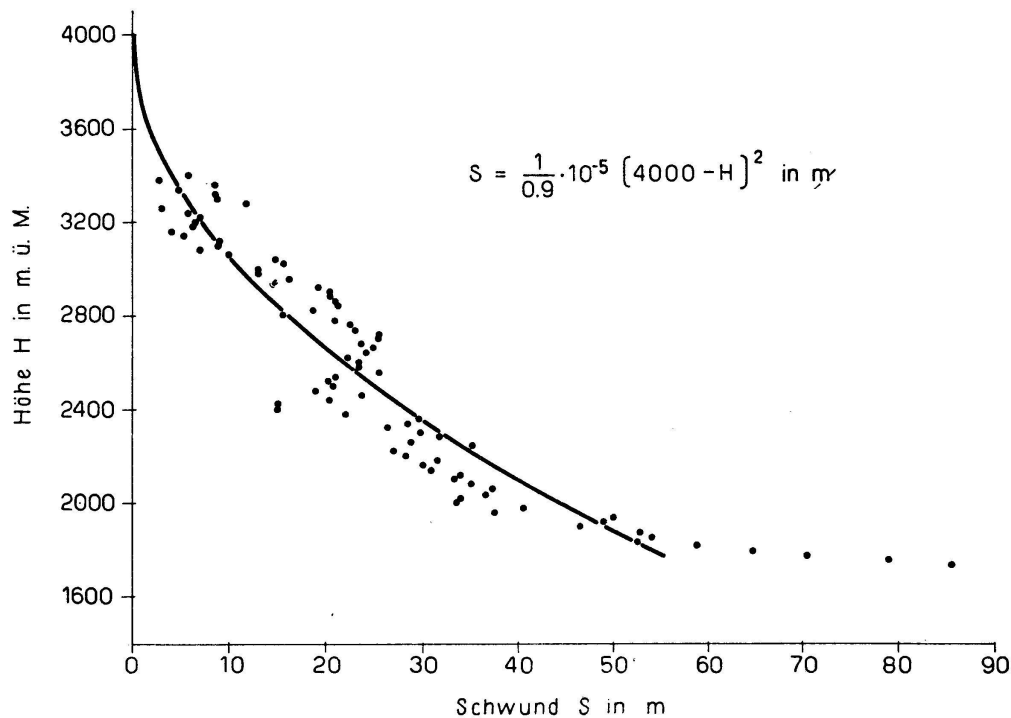


Die Ablationsresultate sind nicht ohne weiteres auf andere Gletscher übertragbar. Wo die Voraussetzungen des Aletschgletschers, geringe Unterschiede in Exposition, Gefälle und Schuttbedeckung über die verschiedenen Höhenstufen, nicht erfüllt sind oder die Niederschlagsverteilung eine andere ist, kann die Zunahme des Wasseranfalls gegen die Gletscherzunge infolge Ablation andern Regeln folgen (z. B. Z'Muttgletscher, Gornergletscher). Noch viel problematischer ist die sinn-gemäße Übertragung der Schwundergebnisse, die nicht nur von der Ab-

lation, sondern auch vom Materialnachschub, also den Bewegungsverhältnissen, d. h. der Mechanik des Gletschers, abhängen. Während die Ablation durch die meteorologischen Bedingungen, die Oberflächenbeschaffenheit und die Eigenschaften einer dünnen oberflächennahen Eisschicht bestimmt ist, sind für die Gletscherbewegung und damit für den Schwund außerdem die Eismächtigkeiten und die Orographie des Gletscheruntergrundes maßgebend. Wesentlich ist die Ernährung, die vorwiegend durch primäre Ablagerung des festen Niederschlags, windverfrachteten Schnee oder Lawinen erfolgt (Schwundminima am Thälibodengletscher).

### Grosser Aletschgletscher

Schwund der Gletscheroberfläche von 1926 - 1947  
in Abhängigkeit von der Meereshöhe



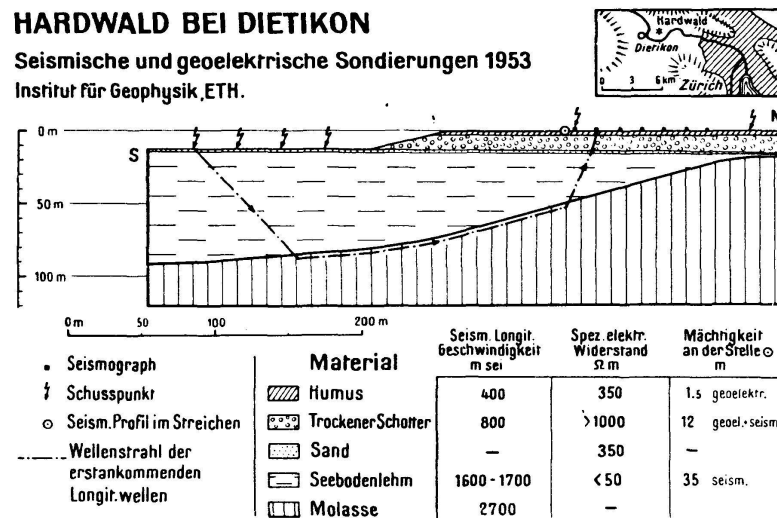
Ablation und Reserveänderungen sind neben Größen wie Niederschlag, Firnzuwachs, Eis- und Wasserabfluß Bausteine zur Erfassung des Wasserhaushalts. In absehbarer Zeit wird es gelingen, die jährliche Landesverdunstung des Einzugsgebietes der Massa zu bestimmen und damit einen Beitrag zu diesem zentralen Problem der Hydrologie zu liefern. Die Bilanz- und Abflußbetrachtungen für das Gesamtgebiet geben ferner den Rahmen zu Detailstudien über die Ursachen von Ablation und Schwund. Nur durch vielseitige Untersuchungen werden wir in das Wesen der Gletscher tiefer eindringen.

**4. FRITZ GASSMANN, KURT VÖGTLI und NASSER TARASS (Zürich).**  
 – *Beispiele der geoelektrischen Bestimmung der Mächtigkeit von Quartärablagerungen.*

Die vom Institut für Geophysik der ETH im Frühjahr 1952 auf dem Deckenschotterplateau des Stadlerberges (Kt. Zürich) durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, daß sich für die dortigen Verhältnisse geoelektrische Sondiermethoden besser eignen als seismische. (Siehe Verhandlungen der S.N.G. Bern 1952, Seiten 126–128.)

In der Folge ist das Plateau geoelektrisch eingehender untersucht worden, was zu einer durch Kontrollschürfungen bestätigten, guten Abklärung der dortigen geologischen Verhältnisse führte. Insbesondere konnte die Molasseoberfläche, die dort nicht eine Ebene, sondern ein Tal bildet, einwandfrei bestimmt werden. Ein ausführlicher Bericht über die Untersuchungen erscheint in den *Eclogae geol. helv.*

Im Anfängerpraktikum 1953 des Instituts für Geophysik der ETH wurden refraktionsseismische Messungen mit geoelektrischen Widerstandsmessungen kombiniert, um die Mächtigkeit der Quartärablagerungen am Rande des Limmattaales bei Dietikon zu bestimmen. Die Abbildung zeigt die erzielten Resultate.



**5. FRITZ GASSMANN und PETER GRETENER (Zürich).** – *Schweremessungen nordwestlich von Zürich.*

Eine ausführliche Arbeit darüber erscheint in den *Eclogae geol. helv.*

**6. MAX SCHÜEPP (Zürich).** – *Die Klassifikation der Wetterlagen in den gemäßigten Breiten.*

Durch die Witterungsklimatologie, welche die Witterungsverhältnisse und deren Weiterentwicklung bei bestimmten Wittertypen unter-

sucht, soll eine Verbindung zwischen dem klimatologischen und dem synoptischen Arbeitsgebiet hergestellt werden. Wenn statt der üblichen Einteilung nach festen Zeitintervallen, z. B. Monaten, Wittertypen verwendet werden, ist es notwendig für eine statistische Auswertung, diese Typen genau zu definieren.

Da im Wetterdienst in erster Linie die Weiterentwicklung der Luftdruck- und damit der Windverhältnisse in der Prognosenkarte bekannt ist, muß auf diese Wetterelemente abgestellt werden bei der Klassifikation. Dabei kann besonders der Wind als eines der Prognoseelemente vorteilhaft für die Einteilung verwendet werden. Um sowohl die für das allgemeine Wettergeschehen wichtige Höhenströmung als auch die für die Prognose wichtigen bodennahen Schichten zu erfassen, werden die Windverhältnisse in zwei Höhenstufen, im 500- und im 850-mb-Niveau benutzt und die Richtungen nach der achteiligen Windrose N, NE usw. eingeteilt. Mit zwei weiteren Klassen für windstille Lagen (antizyklonale und zyklonale Verhältnisse) ergeben sich für jedes der beiden Niveaux 10 verschiedene Klassen mit zusammen 100 Feldern, welche sich in die 3 Hauptgruppen Calmenlagen, Advektionslagen und gemischte Wetterlagen aufteilen. Im Gegensatz zu der Einteilung der Großwetterlagen nach Baur und Heß-Brezowsky basiert diese Klassifikation nicht auf den Verhältnissen in einem großen Gebiet, sondern auf den Messungen einer einzigen repräsentativen Station. Mit einer solchen Einteilung läßt sich eine allgemeine anwendbare Klassifikation der Wetterlagen durchführen, welche die Bearbeitung des Materials erleichtert, indem die Fülle der einzelnen Wetterlagen in Gruppen aufgespalten wird. Je nach Bedürfnis kann die Klassifikation durch die Unterscheidung verschiedener Windgeschwindigkeitsstufen und die Trennung von zyklonaler und antizyklonaler Strömung sowie durch Aufteilung nach einzelnen Luftdruckstufen verfeinert werden. Andererseits lassen sich durch die Zusammenfassung benachbarter Windrichtungen größere Gruppen aus den 100 Wetterlagen bilden.

**7. J. C. THAMS und E. ZENONE (Locarno-Monti). – *Über die Gewitterverhältnisse im Tessin.***

In den Jahren 1948–1952 wurde von der Abteilung für Landwirtschaft des Eidg. Volkswirtschaftsdepartementes in Verbindung mit amtlichen und privaten Stellen ein «Großversuch zur Bekämpfung des Hagels auf der Magadinoebene» durchgeführt. Im Rahmen dieses Experimentes wurde im Tessin ein Gewitternetz von mehr als hundert Stationen aufgebaut. Die Auswertung dieser Beobachtungen bildet nicht nur eine Grundlage zur Beurteilung des Versuches, sie ist auch von allgemein meteorologischem Interesse.

Folgende Ergebnisse mögen hervorgehoben werden: Im Durchschnitt der fünf Versuchsjahre wurde die Magadinoebene von 71 Gewittern durchquert, von denen mehr als die Hälfte aus S-W kamen. Rund ein Fünftel brachten Hagel. Teilt man die Gewitter in Lokal-

gewitter, Frontgewitter und Südstaugewitter ein, so entfallen auf die erste Klasse rund ein Fünftel, auf die zweite knapp die Hälfte und auf die dritte nicht ganz ein Drittel. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den hagelführenden Gewittern. Von den Frontgewittern, die Hagel bringen, gehören mehr als 90% Kaltfronten an.

Leider sind auch in einem engmaschigen Netz die Beobachtungen zu inhomogen, als daß sich die geographische Verteilung der einzelnen Gewitter bestimmen ließe. Immerhin konnte für die Zeit von 1950–52 die Verteilung der Gewittertage einigermaßen festgelegt werden, (Gewittertag = Tag, an dem wenigstens ein Donner gehört worden ist). Die wahrscheinliche Verteilung der Gewittertage im Sommer im Tessin ist die folgende: Zunahme vom Südtessin gegen den Langensee, dann wiederum Abnahme gegen die inneren Alpentäler und die Alpen. Eine starke Abnahme, die sich zwischen  $46^{\circ}15'$  und  $46^{\circ}20'$  Breite zeigt, darf nicht als reell betrachtet werden. (Eine ausführliche Arbeit erscheint im Schlußbericht über den Großversuch zur Bekämpfung des Hagels auf der Magadinoebene 1948–1952.)

**8. WALTER WIELAND (Locarno-Monti).** – *Lassen sich mit dem Ceraunographen die Gewitterzüge bestimmen?*

Im Rahmen des «Großversuches zur Bekämpfung des Hagels auf der Magadinoebene» (1) wurde am Osservatorio Ticinese in Locarno-Monti im Jahre 1950 zur besseren Erfassung der Gewittertätigkeit ein Ceraunograph installiert. Das von *B. F. J. Schonland* (2) konstruierte Ceraunometer wurde von *M. Bossolasco* im Istituto Geofisico Italiano (Mailand) derart abgeändert, daß durch die Einschaltung eines registrierenden Galvanometers die einzelnen Blitze und ihre zeitliche Folge festgehalten werden konnten. Die Bestimmung des Standortes der elektrischen Entladung muß aber immer noch durch einen Beobachter vorgenommen werden. Dies wurde in der herkömmlichen Weise durch die Bestimmung des Azimuts und der Distanz gemacht. In der Nacht läßt sich das Azimut einfach festlegen, da das Aufleuchten der Blitze eine genaue Beobachtung erlaubt, bei Tag ist das schon wesentlich schwieriger. Zur Bestimmung der Distanz wurde die Stoppuhr im Augenblick des Einschnappens des Zählerrelais des Ceraunographen freigegeben und beim Eintreffen des Donners an der Station arretiert. Die wichtigsten Fehlerquellen sind die folgenden: Windverwehung des Schalles, Vortäuschen eines falschen Zentrums durch Echobildung und variable Blitzlängen.

*Die Ergebnisse.* Um den zeitlichen Verlauf eines Gewitters festzuhalten, wurden die ermittelten Werte in eine Karte mit Polarkoordinaten eingezeichnet. In Abb. 1 ist der Verlauf des Südstaugewitters vom 18. Juni 1951 dargestellt. Dieses Beispiel zeigt recht gut die Brauchbarkeit der beschriebenen Methode, lassen sich doch manche Einzelheiten, wie Blitzdichte, Zugrichtung und Ausbreitung eines Gewitters, erfassen; auch der zellenartige Charakter tritt teilweise hervor.

Abb. 2 gibt ein Bild der Verteilung der positiven, Abb. 3 der negativen Entladungen in der weiteren Umgebung von Locarno-Monti für das Jahr 1951. Die positiven Entladungen sind in der Darstellung als Erdblitz, die negativen als Wolkenblitze aufgeführt. Nach *B. F. J. Schonland* ist der Radius des Empfangsbereichs des Ceraunometers für positive Entladungen 10 km; bei sehr genauer Einstellung der Empfind-

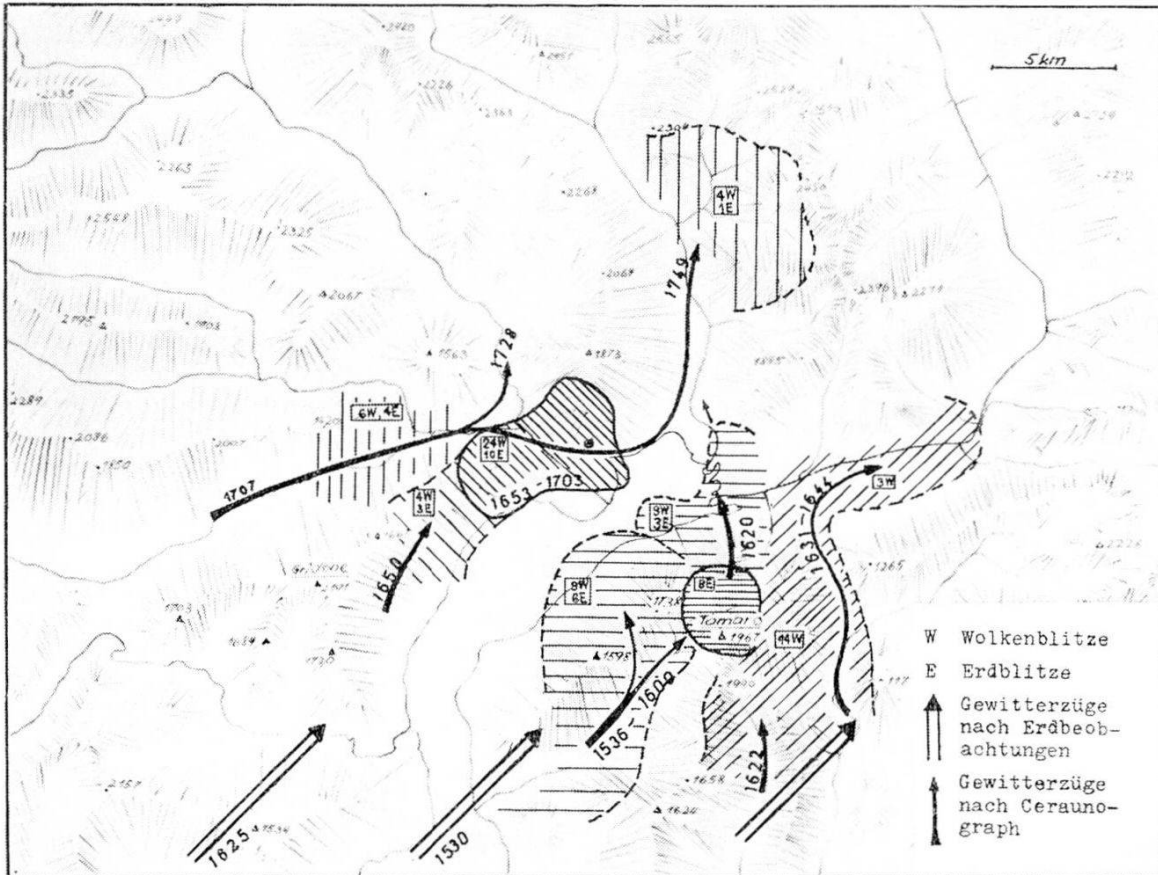


Abb. 1

Das mit Hilfe des Ceraunographen rekonstruierte Südtaugewitter vom 18. Juni 1951. Für die verschiedenen Zeitabschnitte wurden jeweils die Summen der Wolken- und Erdblitzes eingetragen. Die den Pfeilen beigegefügte Zahlen ergeben den zeitlichen Ablauf des Gewitters

lichkeit sollen hingegen alle negativen Blitze registriert werden, die auf einem Kreisring mit einem Radius von 10 bis 20 km liegen. Wie aus den Abb. 2 und 3 jedoch hervorgeht, werden mit dem hier verwendeten Ceraunographen positive Signale aber auch noch außerhalb der 10-km-Zone registriert, und das Gebiet größter Häufigkeit negativer Entladungen liegt ausgerechnet innerhalb der 10-km-Empfangszone, die eigentlich frei von negativen Signalen sein sollte. Wenn auch der Empfangsbereich durch die komplizierte Orographie im Tessin stark deformiert wird, so können diese Abweichungen sicher nicht dem Gelände allein zugeschrieben werden, sondern sind weitgehend apparativ bedingt.



Die hier entwickelte Methode der Bestimmung der Gewittertätigkeit und der Festlegung der Gewitterzüge verliert nun teilweise ihren Wert dadurch, daß zwei Ceraunographen nicht zu den gleichen Ergebnissen führen. Im Jahre 1952 wurden in Locarno-Monti zwei gleichartig konstruierte Ceraunographen installiert, und zwar derart, daß die Antennen- und Zuleitungsgrößen dieselben waren. Es zeigte sich folgendes: Es ist ausgeschlossen, die beiden Empfänger derart aufeinander abzu-

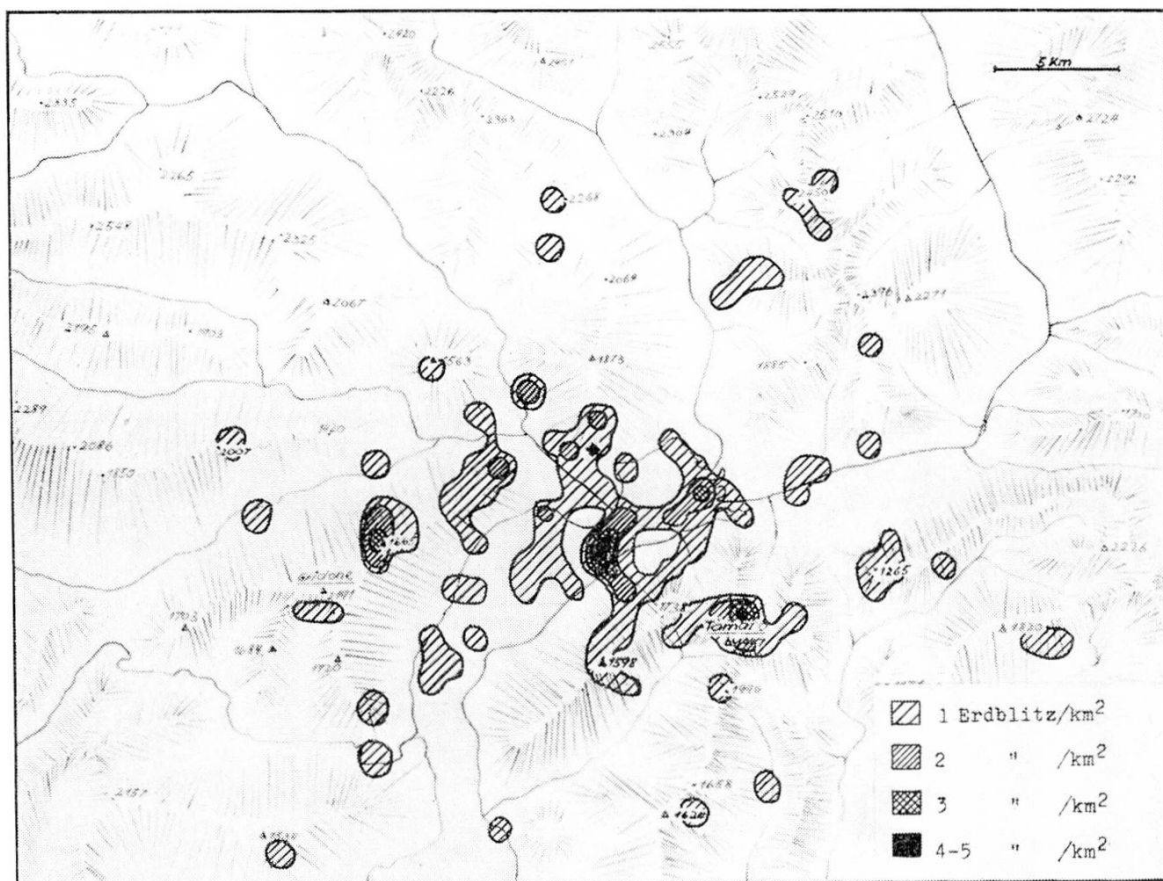


Abb. 2

Die Verteilung der Erdblitze<sub>2</sub>km<sub>2</sub>, berechnet auf Grund der im Jahre 1951 beobachteten zwölf Gewitter

stimmen, daß alle innerhalb der Empfangszone liegenden atmosphärischen Entladungen von den beiden Geräten gleichzeitig registriert werden. Die Regulierung der Gittervorspannung der beiden Verstärkerkreise, entsprechend den Betriebsvorschriften, führte zu unbrauchbaren Ergebnissen. Wird der eine Empfänger so eingestellt, daß er innerhalb der 10-km-Zone gleich reagiert wie der andere, dann treten Abweichungen in der Fernzone auf, und umgekehrt.

Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen:

1. Die durch den Ceraunographen voneinander getrennten positiven und negativen atmosphärischen Entladungen können nicht eindeutig einer Nah- oder Fernzone zugeordnet werden.



2. Die Verstärkung der positiven und negativen Signale durch die beiden pseudosymmetrischen Verstärkerkreise mit Diodenkoppelung verhindert eine saubere Trennung der Impulse nach Vorzeichen. Sogar zwei gleich aufgebaute Ceraunographen lassen sich nicht derart abstimmen, daß sie dieselben Blitze zählen.

3. Innerhalb einer Zone von 15 km Radius werden durch den Ceraunographen 90% aller Blitze registriert. Die meisten Ausfälle, vor-

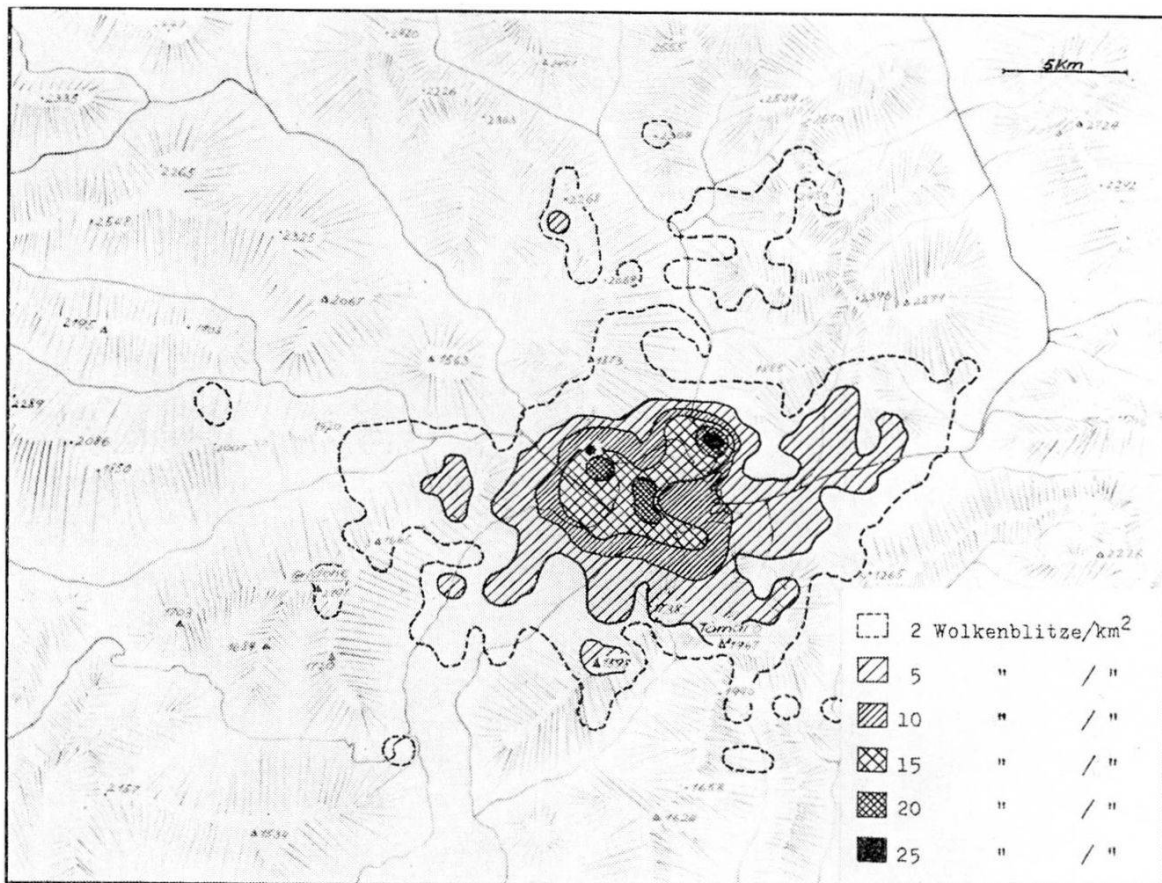


Abb. 3

Die Verteilung der Wolkenblitze<sub>2km<sub>2</sub></sub>, berechnet auf Grund der im Jahre 1951 beobachteten zwölf Gewitter

wiegend starke Erdblitzte, wurden innerhalb einer 5-km-Zone beobachtet.

4. Im allgemeinen geben Erdblitzte ein positives Signal. In einer Zone von 5 bis 8 km Radius werden jedoch auch starke Wolkenblitzte positiv, manchmal aber auch gar nicht registriert.

5. Selbst in dem kleinen von uns kontrollierten Beobachtungsraum im Tessin zeigen die Empfangsverhältnisse eine Abhängigkeit von den meteorologischen Elementen. Bei kräftigem Niederschlag und tiefem Wolkenplafond ist der Empfang wesentlich schlechter als bei hoher Wolkenbasis (2000 bis 3000 m).

Die über mehrere Jahre durchgeführten Beobachtungen und zweijährige Vergleichsmessungen zeigen somit, daß in einem gebirgigen Ge-

lände der Ceraunograph in seiner heutigen Konstruktion ohne Zusatzgeräte nicht befriedigend arbeiten kann.

#### Literatur

1. H. Staub, J. C. Thams und E. Zenone, «Die Organisation des Großversuches zur Bekämpfung des Hagels in der Magadinoebene», Schweiz. Landwirtschaftliche Zeitschrift «Die Grüne», Nr. 41, 1949.
2. P. G. Gane, Ph. D. und B. F. J. Schonland, «The Ceraunometer», Weather 3, Nr. 6, (1948).

**9. MAX BIDER (Basel).** — *Statistische Untersuchungen über die Hagelhäufigkeit in Abhängigkeit von der Großwetterlage.*

(Eine ausführliche Arbeit erscheint im «Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie».)

**10. FL. AMBROSETTI und J. C. THAMS (Locarno-Monti).** — *Die Größe der Globalstrahlung verschieden orientierter Flächen.*

Mit einem Solarimeter Moll-Gorczynski der Firma Kipp & Zonen (Delft) wurde in Locarno-Monti die Strahlung von S+H auf die fünf Seiten eines nach Süden orientierten Einheitswürfels gemessen. Hierbei zeigte sich, daß auch an heiteren Tagen der Anteil der Himmelsstrahlung von bedeutender Größe ist (28–30% von S+H). Bei geschlossener, homogener Bewölkung, handle es sich nun um mittlere oder tiefe, erhalten die vertikalen Flächen alle nahezu gleichviel Strahlung.

Es wurde des weiteren untersucht, wie sich die Strahlung der einzelnen Flächen oder einer Summe von Flächen zu jener der horizontalen Oberfläche verhält. Diese Verhältniszahlen haben einen jährlichen Gang. Mit ihrer Hilfe kann, sofern Mittelwerte der Strahlung von S+H auf die horizontale Fläche vorliegen, mindestens für wolkenlose Tage die Strahlung aller anderen Flächen berechnet werden. Diese Berechnung wurde auch für Locarno-Monti durchgeführt. Die horizontale Fläche und die nach E, W und N orientierte haben das Maximum der Strahlungsintensität im Juni, das Minimum im Dezember, während das Maximum der Südfläche auf den Februar, das Minimum im Juni fällt. Von Oktober bis März ist die Südfront die wärmste. Immerhin erhält auch die Nordwand im Jahresdurchschnitt noch immer einen Fünftel der Strahlung der horizontalen Fläche.

(Eine ausführliche Arbeit erscheint in «Geofisica Pura e Applicata».)

**11. JEAN LUGEON (MZA-Zurich).** — *L'échosondage de l'atmosphère.*

En 1940, nous imaginions, le docteur Guido Nobile et moi-même, le procédé dit «radiotéléométrique», qui donne la direction et la vitesse du vent en atmosphère libre par la mesure de la distance entre une radiosonde et le récepteur au sol, l'azimut et l'altitude étant connus.

Pour cela, la radiosonde porte un récepteur captant une onde modulée de 10 m, dont l'oscillation de modulation de 6 kc est renvoyée

au sol sur 3 m, l'interférence de modulation aller et retour produit sur le tube cathodique une ellipse de Lissajoux. Un bouton gradué en kilomètres donne la distance entre le ballon et le sol, en ramenant l'ellipse à une ligne droite. Ce procédé très simple et précis a l'inconvénient d'être coûteux dans un service journalier de radiosondages, vu le prix élevé du répondeur de la radiosonde.

Nous sommes maintenant parvenus à supprimer complètement le répondeur de la manière suivante :

Un émetteur au sol transmet, dirigées ou non, à une certaine cadence, des impulsions très courtes, comme dans un radar. Ces impulsions sont reçues directement par l'antenne de transmission de la radiosonde, qui travaille ainsi en antenne de réception.

Le transmetteur de la radiosonde est monté de façon à émettre, lui aussi, des impulsions courtes, dont la cadence est voisine de celle de l'émetteur au sol. Entre deux de ses impulsions consécutives, le transmetteur de la radiosonde est au repos, c'est-à-dire qu'il n'oscille plus, et, vers la fin de ce repos, il se met de lui-même à travailler en récepteur. C'est à ce moment-là qu'il reçoit le signal du sol, qui déclenche automatiquement sa prochaine impulsion. Ce déclenchement est facile à entretenir et à maintenir stable.

Le schéma du transmetteur de la radiosonde, qui remplit les dites fonctions, est celui d'un émetteur normal, dont il ne se différencie que par les valeurs de la résistance et du condensateur de grille. Ainsi, tout dispositif de réception du répondeur est effectivement supprimé.

La mesure de la distance entre le ballon et l'enregistreur au sol est obtenue, comme dans la méthode bien connue des échos, par la mesure sur le tube cathodique de l'intervalle de temps entre le départ du signal au sol et son retour, qui n'est autre que l'impulsion de la radiosonde.

En transmettant du sol des impulsions de très courte durée, de l'ordre de la microseconde, il est possible d'obtenir un déclenchement assez rapide des impulsions de la radiosonde, de telle sorte que la mesure de la distance n'est pas affectée par des retards irréguliers. La grande variation de température pendant le sondage, et la chute de tension des batteries d'alimentation influencent en général les caractéristiques des circuits haute fréquence de la radiosonde. Toutefois, ces effets peuvent être, et à tout instant, entièrement compensés depuis le sol, en rendant réglable la longueur d'onde de l'émetteur au sol, ainsi que la fréquence de répétition de ses impulsions. On évite ainsi tout dispositif d'autorégulation de la radiosonde en vol, et même son réglage au lâcher.

Les signaux de température, pression, humidité, sont donnés par la radiosonde comme dans le système chronographique ordinaire, en coupant la transmission pendant de petits intervalles de temps.

Cette nouvelle technique, dûment éprouvée sur diverses longueurs d'onde à la Station aérologique fédérale de Payerne, est en principe adaptable à la plupart des types de radiosondes. Elle supprime les méthodes de triangulation par recoupements, le radiothéodolite, ou le radar

proprement dit, et permet une détermination plus précise des vents forts dans les hautes altitudes et surtout à grande distance.

Pour la distinguer des autres systèmes, nous donnons à la nouvelle radiosonde le nom d'«échosonde»; d'où l'on dira «échosondage du vent».

**12. P.-L. MERCANTON.** — *Aires englacées des Alpes suisses d'après la récente carte nationale.*

En 1901 paraissait à Berne sous le titre «Die Schneegrenze in den Gletschergebieten der Schweiz» (la limite des neiges dans les bassins glaciaires des Alpes suisses), par *J. Jegerlehner*, un mémoire très fouillé sur la répartition des neiges et glaces éternelles de nos Alpes, basé sur l'*Atlas topographique de la Suisse* (Atlas Siegfried) établi autour de 1877 (1868 à 1890). L'actuelle *Carte nationale de la Suisse*, réalisée autour de 1932 (1918–1944), après un bon demi-siècle au cours duquel la généralité de nos glaciers n'a cessé de décroître, sauf quelques faibles récurrences partielles de crue, réclamait impérieusement qu'on établît de nouveau l'état de notre glaciation suisse. Sur l'initiative du soussigné et avec le concours obligeant et indispensable du *Service topographique fédéral*, la Commission helvétique des glaciers a fait planimétrer toutes les aires englacées figurant sur la nouvelle carte. Ce minutieux travail a été exécuté par W. Büla avec beaucoup de soin.

Ces aires sont au nombre de 72, distribuées sur 34 feuilles de la carte. Leurs levés s'étendant sur une longue suite d'années sont par conséquent d'époques différentes; mais la plupart sont concentrés sur une douzaine d'année, de 1927 à 1940. Il va sans dire que pour juger de la variation totale d'une aire déterminée au cours du temps, il faudrait tenir compte des époques exactes des levés initiaux et finaux. Pour l'ensemble de la glaciation suisse et le long intervalle (1877–1932), entre l'établissement des deux cartes, cette précision n'est pas impérieusement nécessaire et la comparaison de l'aire totale, ancienne et actuelle constitue pour la glaciologie et la climatologie mondiale un élément d'information de grande valeur déjà. C'est pourquoi nous croyons opportun de donner ici sans plus attendre la valeur globale de la variation ainsi mesurée. Jegerlehner indiquait pour l'aire englacée totale des Alpes suisses 1853 km<sup>2</sup>. En 1932, elle était réduite à 1384 km<sup>2</sup>, soit de 469 km<sup>2</sup>, (25%) un peu moins de la surface du lac Léman.

Notre domaine englacé représente actuellement 3,3% du territoire national suisse.

**13. M. FLUCKIGER et R. BETTEMS (Lausanne).** — *Sur la méthode de la grille en photométrie stellaire.*

Lors de la réduction d'une grande série de mesures de clichés pris avec une grille normale montée sur l'astrographe Voigtländer de l'Observatoire universitaire, nous avons constaté ce qui suit:

1. Les deux images du premier ordre ne présentent pas le même affaiblissement par rapport à l'image centrale.

2. Sur une même plaque, c'est toujours la même image qui est la plus faible.
3. Cette différence d'affaiblissement est certainement liée à l'instrument puisqu'elle change de sens quand on retourne l'instrument.
4. L'affaiblissement semble constant pour chacune des deux images du premier ordre, comme du second ordre. Relevons que jusqu'à maintenant, seules des étoiles de classes spectrale A et B ont été prises en considération.

Quoi qu'il en soit, ce défaut devient pour nous un avantage puisque un seul cliché permet de calculer les magnitudes à partir de deux affaiblissements de base. Un cliché permet donc d'obtenir trois valeurs de la magnitude. L'augmentation des durées de pose des clichés pris avec une grille n'est plus un désavantage.

L'examen de clichés pris avec une autre grille montre que les mêmes remarques peuvent être formulées pour les images du second ordre et un tel cliché permet d'obtenir cinq valeurs de la magnitude, à partir de quatre affaiblissements de base.

La raison exacte de cette différence d'affaiblissement n'a pas été recherchée, mais on doit la trouver dans l'étude des aberrations de cet objectif à quatre verres.

#### 14. E. LEUTENEGGER (Frauenfeld). — *Über die Berechnung von Meteorbahnen.*

Es ist möglich, die Berechnung einer Meteorbahn ohne vereinfachende, teilweise unstatthafte Annahmen durchzuführen unter folgenden Voraussetzungen: 1. die Erde wird als Kugel betrachtet; 2. die Bahn des Meteors wird als geradlinig angenommen. Aus den Azimuten und Höhen zweier beliebiger Punkte der am Himmel beobachteten scheinbaren Bahn kann die Lage der Ebene, die Beobachter und Meteorbahn verbindet, rechnerisch bestimmt werden durch das Azimut der Schnittlinie dieser Ebene mit der Tangentialebene an die Erdoberfläche im Beobachtungspunkt und die Neigung der Verbindungsebene. Es werden die geographischen Koordinaten des sphärischen Mittelpunktes des Kleinkreises ermittelt, in welchem diese Ebene die Erdoberfläche schneidet.

Aus zwei solchen Kleinkreisen, die sich auf verschiedene Beobachtungsorte beziehen, kann die Bahn des Meteors relativ zur Erdoberfläche rechnerisch bestimmt werden. Berechnet werden die geographischen Koordinaten des (theoretischen) Niedergangsortes, die Neigung der Meteorbahn gegen die Erdoberfläche, die Äquatorkoordinaten des scheinbaren Radianten. Der wahre Radiant, Geschwindigkeit, die Lage der Bahn im Raume des Sonnensystems und die Stellung der Meteorbahn im Planetensystem ergeben sich in der üblichen Weise.

(Eine ausführliche Darstellung wird in Heft 36 der «Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft erscheinen.)

**15. E. LEUTENEGGER (Frauenfeld).** — *Zur Ausgleichung von Meteorbeobachtungen.*

Liegen mehrere vollständige Beobachtungen eines Meteors von verschiedenen Beobachtungsorten aus vor, so müßten – Fehlerfreiheit der Beobachtungen vorausgesetzt – die sphärischen Mittelpunkte der Kreise, in welchen die als Kugelfläche angenommene Erdoberfläche von den Ebenen geschnitten werden, die die einzelnen Beobachtungsorte mit der gradlinig angenommenen Bahn des Meteors verbinden, auf einem Großkreis liegen. Sind  $\lambda_M$ ,  $\varphi_M$  die geographischen Koordinaten des sphärischen Mittelpunktes eines solchen Kleinkreises, und bezeichnet man mit  $\lambda_o$  die geographische Länge eines der beiden Schnittpunkte dieses Großkreises mit dem Äquator, mit  $\omega$  die Neigung gegen die Ebene des Äquators, so müssen die Werte  $\lambda_M$ ,  $\varphi_M$  die Gleichung

$$\frac{\operatorname{tg} \varphi_M}{\sin (\lambda_M - \lambda_o)} = \operatorname{tg} \omega = \text{konst.}$$

erfüllen. Werden die aus verschiedenen Beobachtungen erhaltenen Größen  $x = \sin \lambda_M$ ,  $y = \operatorname{tg} \varphi_M$  in einem rechtwinkligen Koordinatensystem eingetragen, so erhält man eine Ellipse mit der Gleichung

$$A x^2 - 2 B x y + y^2 = C,$$

wo  $A = \operatorname{tg}^2 \omega$ ,  $B = \operatorname{tg} \omega \cos \lambda_o$ ,  $C = \operatorname{tg}^2 \omega \sin^2 \lambda_o = A - B^2$ .

Aus der graphischen Darstellung ergeben sich die zuvor noch unbekannten Größen  $\lambda_o$  und  $\omega$  auf einfachste Weise.

Werden nun an Stelle der Werte  $\lambda_M$  die Werte  $\lambda_M - \lambda_o$  zusammen mit den Werten  $\varphi_M$  in analoger Weise dargestellt, so erhalten wir als Bild eine Gerade.

Bei mit Fehlern behafteten Werten  $\lambda_M$ ,  $\varphi_M$  kann die Ellipse angenähert bestimmt werden. Es ist aber auch möglich, die Gleichung der Ellipse durch eine rechnerische Ausgleichungsmethode zu ermitteln.

(Eine ausführlichere Behandlung des Problems erscheint in Heft 36 der «Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft».)