

**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:** 128 (1948)

**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:** 13.01.2026

**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

Samstag und Sonntag, den 4. und 5. September 1948

*Präsident:* Dr. W. BRUNNER-HAGGER (Kloten)

#### 1. MAX BIDER (Basel). — *Neue Methoden der Klimatologie.*

Einleitend wurde auf verschiedene Definitionen des Klimas (Humboldt; Hann; Conrad; R. Meyer, Gerlands Beiträge zur Geoph., Bd. 32, S. 418) hingewiesen und ausgeführt, daß man drei hauptsächliche Zweige der Klimatologie unterscheiden kann: die « Klimatologie an sich » (Conrad), die Bioklimatologie und die geographische Klimatologie, wobei natürlich viele Übergänge zwischen den einzelnen Zweigen bestehen. Wichtig für alle Gebiete ist die Einsicht, daß das Klima kräftigen Schwankungen unterworfen ist. An den übergreifenden Mittelbildungen (5jährige, 10jährige, 20jährige) der 122 Jahre umfassenden Basler Temperaturreihe zeigten sich zwischen dem höchsten und tiefsten 20jährigen Mittel des Jahresmittels eine Differenz von  $1,2^{\circ}$ , des Sommers  $1,3^{\circ}$  und des Winters gar eine solche von  $2,0^{\circ}$ . Für alle klimatologischen Untersuchungen muß also unbedingt an der Gleichzeitigkeit der Beobachtungen festgehalten werden. Die « Klimatologie an sich » befaßt sich mit einem Kollektivgegenstand und ist deshalb in erster Linie angewandte Statistik. Sie muß alle Hilfsmittel dieser Wissenschaft anwenden und neben den unbedingt notwendigen Mittelwerten (arithmetische Mittel) der Elemente ihre Streuung ( $\sigma$ ) und die Frequenzkurven der Einzelwerte durch Berechnung der höheren Charakteristiken (Schiefe, Exzesse) untersuchen. Nach Erwähnung der Arbeiten von Pollack, Conrad u. a. wurde an Hand der Werte des vergangenen Sommers (vgl. M. Bider, Experientia, Bd. IV, S. 143) die Bedeutung der statistischen Verarbeitung gezeigt. Für gewisse Fälle, bei denen keine Gaußsche Verteilung vorliegt, wurde auf die Erfolge mit der Theorie der Wahrscheinlichkeitsansteckung von Polya und Eggenberger (auf meteorologische Probleme von Wanner und Uttinger angewandt) hingewiesen und als neues Beispiel die Frequenzkurve bestimmter Niederschlagsmengen einzelner Regenfälle von Basel und Locarno angeführt. Zum Schluß wurde empfohlen, das gleichzeitige Auftreten verschiedener

Erscheinungen (z. B. Niederschlag und Sonnenscheindauer) sowie die Aufeinanderfolge bestimmter Erscheinungen eingehender zu untersuchen und dabei die statistischen Hilfsmittel (z. B. Korrelationsrechnung) in vermehrtem Maße anzuwenden.

2. WALTER MÖRIKOFER (Davos). — *Neuere Gesichtspunkte in der Klimatologie.*

Neben der klassischen Klimatologie, die vor allem die physikalischen und hydrologischen Gesichtspunkte berücksichtigt, hat sich in den letzten Jahrzehnten die Bioklimatologie entwickelt, die Mensch, Tier und Pflanze mehr in den Mittelpunkt der Klimabewertung stellt. Das Ziel der zukünftigen Entwicklung darf jedoch nicht eine weitere Spezialisierung der Klimaforschung sein, sondern die Klimatologie sollte allen Interessenten aus den Grenzgebieten ihre Resultate zur Verfügung stellen. In diesem Sinne einer allgemein gültigen Klimatologie stehen folgende Elemente im Vordergrund:

- I. *Besonnungs- und Strahlungsverhältnisse*: mögliche, relative und tatsächliche Sonnenscheindauer, Bewölkung, Wärmeeinstrahlung von Sonne und Himmel.
- II. *Wärmeverhältnisse*: Lufttemperatur und Temperaturextreme, Windrichtung und Windgeschwindigkeit in m/sec, Abkühlungsgröße.
- III. *Feuchtigkeitsverhältnisse*: relative Feuchtigkeit, Dampfdruck, Nebelfrequenz; Menge und Dauer der Niederschläge; Höhe der Neuschneemengen und der Gesamtschneedecke.
- IV. *Geographische Klimafaktoren*: Höhe über Meer (Luftdruck), Exposition zur Sonne und zu den Schlechtwetterwinden, Lage im Gelände.

Neben den Gesichtspunkten der Großraumklimatologie und der nur bis etwa 2 m über dem Boden hinaufreichenden Mikroklimatologie verdienen die Einflüsse des Lokalklimas in einer Dimension von 100—1000 m vermehrte Beachtung; sie beziehen sich vor allem auf: mögliche und tatsächliche Sonnenscheindauer, Wind und Abkühlungsgröße, lokale Nebelbildung und Kaltluftansammlung in Mulden und flachen Tallagen.

Die ausführliche Arbeit erscheint in « *Experientia* ».

3. C. TROLL (Bonn). — *Die thermischen Klimatypen der Erde.* — Kein Manuskript eingegangen.

4. GIAN ALFRED GENSLE (MZA, Dübendorf). — *Wert und Unwert klimatologischer Statistiken.*

Vom klimatologischen Standpunkt aus gesehen kann dann nie von eigentlichem Unwert gesprochen werden, sobald auf einwandfreier Grundlage aufgebaut wird. Die üblichen arithmetischen Mittel werden

oft zu Vergleichen verwendet, so ist zum Beispiel die mittlere Mittagstemperatur im Jahresmittel in Schuls (1250 m) gleich hoch wie in St. Gallen (650 m). Als Endergebnis will das doch nicht recht befriedigen, und es zeigt sich, daß erst eine Frequenzkurve der Einzelwerte auf der Temperaturachse ein korrektes Bild zu geben vermag. Die Statistik verfügt über genügend Mittel, diese Verteilung zu erfassen (Streuung, Quartil, Dezil usw.). Ein Mittelwert vermag zudem oft den häufigsten Wert nicht wiederzugeben, man denke an die U-Form der Frequenzkurven von Bewölkungsmengen oder an Regensmengen. Es ist irreführend, einen langjährigen Mittelwert als « normal » zu bezeichnen, da etliche biologische Vorgänge weit mehr von den üblichen als den mittleren Zuständen der Außenfaktoren abhängig sind; zudem muß die dazu nötige Periodendauer doch von Fall zu Fall eine andere Länge aufweisen, je nach der Streuung der Einzelwerte von Elementen. Endlich ist bei Mittelwerten die Berechnung zu vieler Dezimalstellen sinnlos, wenn bedacht wird, wie wenig repräsentativ eine Ablesung von  $\frac{1}{10}^{\circ}$  C oder  $\frac{1}{10}$  mm Niederschlag ist, wobei besondere Vorsicht bei deren Verwendung zu kartographischen Darstellungen am Platze ist, da durch Isolinien oft unstatthafte Interpolationen ausgeführt werden, welche den praktischen Nutzen austilgen. Anschließend wird hier die Arbeit von F. Steinhäuser « *Die Meteorologie des Sonnblickes* », Wien 1938, erwähnt, die eine vorzügliche Tabelle über die dortigen Temperaturverhältnisse enthält (S. 7).

Die Meteorologie ist nicht in der Lage, ihre Wissenschaft auf Grund von Notwendigkeitsgesetzen aufzubauen, wie die Physik und Chemie; vereinzelte Möglichkeiten hiezu in der dynamischen Meteorologie als Physik der freien Atmosphäre können in der Praxis der Synoptik nicht befriedigen, so daß der Prognostiker auf persönliche Erfahrungen und Intuition angewiesen ist. Es scheint jedoch möglich, daß mit einer Ausdehnung der Klimatologie von ihrer statisch-analytischen Arbeitsmethode in Richtung einer dynamisch-synthetischen die Synoptik großen Nutzen ziehen kann. Die dynamische Klimatologie muß die zerstörte organische Einheit wahren, sich von der starren Kalenderperiodeneinteilung loslösen und Entwicklungen, nicht nur Zustände beschreiben. Dies wird erreicht durch die Beschreibung des Ablaufes typischer Wetterlagen und durch sinnvolle Gruppierung der Elemente und der Suche nach den Beziehungen untereinander. Begonnen mit der Publikation von O. L. Fassig, 1904, sind einige Publikationen mit solchen Zielsetzungen erschienen (Zugstraßen von Zyklonen, Isobarentypen, Frontenlagen usw.), jedoch sind sie noch spärlich verteilt. Der durch Schinze eingeführte Begriff der Luftmasse stellt hier den Prototyp dynamischer Betrachtungsweise der modernen Klimatologie dar. Wie manche Beziehung zwischen Luftmasse und Lokaltopographie sind noch unentdeckt und erschweren Lokalprognosen. Weite Gebiete der Kontinente und Teile der Ozeane müßten in ähnlicher Art behandelt werden, als wichtiges Instrument zu Langfristprognosen. Keineswegs soll hiermit ein Ersatz oder eine Bekämpfung



der bisherigen Klimatologie erfolgen, diese, aber eingeordnet in die moderne, wird erst die wahren Beziehungen in der Naturwelt verständlich machen.

5. THEODOR ZINGG (Weißfluhjoch). — *Zur Diskussion über Niederschlagsmessungen im Hochgebirge.* — Erscheint in den internen Mitteilungen des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung.

6. WILHELM KAISER (Subingen b. Solothurn). — *Das Sechziger-system in den Proportionen kosmischer Kreise.*

Während eines Jahres zeigt sich der mittlere Durchmesser  $D = 2R$  der Sonne unter dem Gesichtswinkel  $2w = 1922''$ . Nun ist  $\sin w = 0.00466$  und für die mittlere Entfernung Sonne—Erde  $= L$  ergibt sich:

$$L \cdot \sin w = R (\text{Sonnenradius}). \quad L = R : \sin w = 214.62 R.$$

Das Maß für  $L$  zeigt sich sinnvoll im Verhältnis zum Erdradius  $r$  und Radius  $N = 60 r$  für den mittleren Kreis der Mondsphäre unserer Erde.  
 $u = \text{Umfang der Erde.} \quad 60 u = \text{Umfang der mittleren Mondsphäre.}$

$$R = 109.03 \text{ Erdradien.} \quad R = N \sqrt[3]{6} = 60 \cdot 1.81712 r = 109.03 r (\bullet).$$

Erfahrung und Rechnung bestätigen die von mir erstmals in meinem Hauptwerke<sup>1</sup> begründete Beziehung, wonach die *Sonne* eine solche Kugel ist, deren *Volumen* gerade das Sechsfache der Mondsphäre unserer Erde mit dem Radius  $N = 60 r$  ist. Danach ergibt sich  $R^3 = 6 N$ , also  $R = (\bullet)$ , d. h. das Sechzigfache der dritten Wurzel aus Zahl 6.

$$\text{Also } L = 214.62 R = \text{rund } 23\,400 r = 390 \cdot 60 r = 390 N \quad (N = 60 r).$$

$$L = \text{Abstand Sonne—Erde} = 390 \text{ Radien d. mittl. Mondsphäre } (13 \cdot 30).$$

$$L = \text{Radius der mittleren Jahresbahn der Sonne (geozentr.)} \\ \text{und Erde (heliozentr. gesehen)}$$

In derselben Art wie die Radien verhalten sich die Umfänge von Kreisen, und für die Jahresbahn, geozentrisch oder heliozentrisch betrachtet, ergibt sich:

$$U = \text{Umfang der mittleren Jahresbahn} = 390 \cdot 60 u = 23\,400 u$$

$$\text{Also Jahresweg der Sonne} = \text{Erdbahn} = 360 \cdot 65 u = 23\,400 u$$

Die zweite dieser Gleichungen sagt: Die mittlere Jahresbahn, als Kreis betrachtet, hat als Maß gerade das 360fache eines solchen Kreisbogens, der 65mal größer als der Umfang der Erdkugel ist. Das wäre ein Ganzkreis, wenn sein Radius das Maß  $65 r$  hätte. Der Bogen mit dem Maß  $65 u$  kann aber auch einem Kreise mit dem Radius  $N = 60 r$

<sup>1</sup> *Anmerkung.* Vgl. das Werk von Dr. Wilhelm Kaiser (Subingen b. Solothurn): «Die geometrischen Vorstellungen in der Astronomie.» Drei Bde. + drei Atlanten mit geomtr.-astron. Figuren. Zu beziehen vom Verf.

angehören, und dann stellt er mehr als einen Ganzkreis dar: Wir können zeigen, daß ein solcher Bogen gerade gleich dem *Weg des Mondes* in seiner mittleren Bahn von Vollmond zu Vollmond oder Neumond zu Neumond ist; denn dieser Mondweg ist etwas länger als der dem siderischen Umlauf entsprechende Ganzkreis.

19 Sonnenjahre — 235 Vollmondwege = 254 siderische Umläufe.

Mo = Mondbahn — Genauerer Maß Mo =  $60\frac{1}{6}$  u ( $u = \text{Aeq. d. Erde}$ ).

M = Mondweg =  $\frac{254}{235}$  Mo =  $(1 + \frac{19}{235}) 60\frac{1}{6}$  u = rund 65 u.

*Geozentrisch betrachtet können wir also sagen: Der Jahresweg der Sonne ist gerade 360mal länger als der mittlere Mondweg von Vollmond zu Vollmond (65 u). Ebenso hat die Erdbahn das Maß  $360 \cdot 65$  u.*

7. RETO FLORIN, ALFRED KREIS (Chur) und AUGUST SÜSSTRUNK (Zürich).  
— Die Anwendungsgebiete der angewandten Seismik in der Schweiz.

1. *Geschichtliches.* Mit der Entwicklung der angewandten Seismik befaßte sich zuerst 1919 *Mintrop* in Deutschland. Vorerst wurden gebrochene, ab 1925 auch reflektierte elastische Wellen, welche durch Sprengschüsse erzeugt werden, verwendet, um mit Erfolg geologische Strukturen unter der Erdoberfläche nach Form und Tiefe nachzuweisen. In der Schweiz wurden erstmals 1929 seismische Messungen durch die deutschen Geophysiker *Mothes*, *Löwe* und *Sorge* auf dem Aletschgletscher im Gebiete des Konkordiaplatzes nach der Reflexionsmethode durchgeführt (Vorversuche zu Eisdickenmessungen in Grönland). Im Sommer 1931 wurden sodann ebensolche Messungen in Gemeinschaftsarbeit durch die Gletscherkommission der S. N. G. und das Geophysikalische Institut Göttingen auf dem Rhonegletscher vorgenommen. Auf Anregung und unter Mitwirkung des Geologen *J. Cadisch* führte *A. Kreis* im Sommer 1932 die ersten seismischen Versuche mit einem selbstkonstruierten Seismographen durch, denen 1932 bis 1934 kleinere seismische Sondierungen folgten, die im Auftrage des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft gemacht wurden. Durch die Resultate der Eisdickenmessungen ermutigt, beauftragte die Gletscherkommission der S. N. G. 1935 *A. Kreis* mit dem Bau eines verbesserten, speziell für das Gebirge geeigneten neuen Seismographen. Mit diesem neuen Gerät, das wie sein Vorgänger die Bodenbewegung mechanisch-optisch vergrößert und photographisch registriert, wurden seit 1935 in der Schweiz zahlreiche Messungen ausgeführt: Ausgedehnte Eistiefenbestimmungen auf Gletschern, Baugrunduntersuchungen und in neuerer Zeit namentlich umfangreiche Sondierungen im Dienste der Kraftwerkgeologie. Während bis 1942 *A. Kreis* und seine Mitarbeiter von der Gletscherkommission (*R. Florin*, *W. Jost* und *A. Renaud*) als Mittelschullehrer sich während der Ferien und ab und zu über ein Wochenende solchen Arbeiten widmeten, stellte in den letzten Jahren das Institut für Geophysik an der ETH Zürich seinen Mitarbeiter *A. Süßtrunk*

zur Verfügung, wodurch die Durchführung längerer Feldarbeiten auch außerhalb der Schulferien ermöglicht wurde. Seit 1932 wurden für insgesamt 35 Objekte über 400 Tage Feldarbeit geleistet, wovon zirka 100 auf vorwiegend wissenschaftlichen Zwecken dienende Gletscherseismik fallen. Die letzten Jahre, 1946—1948, brachten Aufträge, die je etwa drei Monate Feldarbeit im Jahre erforderten.

2. *Die Anwendungsgebiete.* Eine Zusammenstellung der bisherigen Arbeiten zeigt, daß die Zahl und Verschiedenheit der bis heute behandelten Untersuchungsobjekte bereits einen sehr guten Überblick über die Anwendungsgebiete der seismischen Methoden in der Schweiz ergibt.

Die häufigste Problemstellung für das *Refraktionsverfahren* bildet die Bestimmung der Mächtigkeit von Überlagerungen über Fels, bzw. die Bestimmung der Topographie von Felsoberflächen unter Schutt, Schotter, Moräne, Bergsturzmaterial, Alluvionen usw. Die Aufgabestellung erfolgt vorwiegend im Zusammenhang mit der Projektierung von Kraftwerksbauten zur günstigsten Lokalisierung von Sperrstellen, bzw. zur Feststellung des Abdichtungsquerschnittes bei Erddämmen, sodann zur Planung von Tunnel- und Stollenbauten, Kanalanlagen, Flußbettverlegungen, Seeregulierungen. Bei verschiedenen der untersuchten Objekte zweifelten wir anfänglich an der Anwendbarkeit des seismischen Verfahrens, sie zeigten sich aber nach Vorversuchen als mit der sehr anpassungsfähigen Refraktionsmethode erfaßbar. Weitere dankbare Objekte bilden Baugrunduntersuchungen für größere Bauten wie Schulhäuser, Fabrikanlagen, Brückenfundamente, Verbauungen. Schließlich sind auch Kartierungen verdeckter Felsoberflächen interessant zur Abklärung der tektonischen Gliederung eines Gebietes (Undichtigkeitsstellen, Lokalisierung des Austrittes von Mineralquellen usw.). Oft interessiert eine Felstiefe nur indirekt, indem die Mächtigkeit einer darüberliegenden Schicht abbauwürdigen Materials zu bestimmen ist: Lehm, Ton, Flußkies usw.

Das *Reflexionsverfahren* hat sich namentlich zur Bestimmung der Eismächtigkeit von Gletschern bewährt. Das Problem interessierte zuerst rein wissenschaftlich, neuerdings auch wirtschaftlich zur Projektierung subglazialer Wasserfassungen u. a. m. Auch zur Lösung der in nächster Zeit in Angriff zu nehmenden Aufgabe der Erforschung des schweizerischen Molassetroges erscheint die Reflexionsmethode als sehr aussichtsreich (nach Vergleichen mit den Verhältnissen in ähnlichen Sedimentbecken).

*Geschwindigkeitsmessungen.* Die Geschwindigkeit elastischer Wellen ist eine Funktion der elastischen Konstanten und der Dichte des betreffenden Materials. In vielen Fällen können die elastischen Konstanten von Gesteinen aus Geschwindigkeitsmessungen abgeleitet werden. Mit solchen Messungen ist es möglich, stark zerrüttete, bzw. tektonisch beanspruchte Felspartien auf ihre Festigkeit zu untersuchen und schwache Stellen zu lokalisieren. Man erhält bei solchen Unter-

suchungen elastische Konstanten, welche die durch statische Druckversuche an Materialproben ermittelten ergänzen, indem sie Mittelwerte darstellen, welche auch die unregelmäßige Porung und Klüftung erfassen.

Einen außerordentlichen Fall der Anwendung der seismischen Methode bildete die Aufsuchung der Sohle eines 300 m tiefen Bohrloches, das zur Aufnahme eines Kabels bestimmt war und sich verlaufen hatte. An der errechneten Stelle wurde es nachher durch einen 50 m langen Stollen erreicht.

In zahlreichen Fällen konnten die Resultate der seismischen Untersuchungen bei der Ausführung der Bauvorhaben überprüft werden. In andern Fällen wurden Kontrollbohrungen ausgeführt. Im allgemeinen stimmten die Ergebnisse recht befriedigend. Einige wenige Untersuchungen führten zu Resultaten, die erhebliche Abweichungen zeigten. In diesen Fällen waren allerdings die Lagerungsverhältnisse derart unübersichtlich, daß auch die Bohrungen oft keine sichern Aufschlüsse lieferten.

**8. AUGUST SÜSTRUNK (Zürich). — *Auswertungstechnik und Anwendungsgrenzen refraktionsseismischer Messungen bei unregelmäßiger Lagerung.***

Im Zusammenhang mit Baugrunduntersuchungen hat die Refraktionsseismik vorwiegend Probleme der Quartärgeologie zu lösen. In den meisten Fällen ist die Topographie von verdeckten Felsoberflächen, die früher der Verwitterung ausgesetzt waren, zu bestimmen; dies führt fast überall auf ein Dreischichtenproblem: Auf dem « Untergrund » (anstehender Fels) liegt eine « Zwischenschicht » (Moräne, Bergsturzmaterial usw.) und darüber eine « Oberflächenschicht » (Schutt, Humus usw.). Die Oberfläche des Untergrundes ist häufig stark verformt, und die darüberliegenden Schichten sind meistens sehr unregelmäßig gelagert.

Für die hier beschriebene Auswertemethode, die sich besonders in solchen Fällen unregelmäßig geformter Trennflächen zwischen den Schichten gut bewährt hat, ist vorausgesetzt, daß die Geschwindigkeit der elastischen Wellen mit der Tiefe zunehme, aber innerhalb jeder Schicht (vertikal) konstant sei. Der Weg der Welle mit der kürzesten Laufzeit — nur diese wird beim sogenannten Ersteinsatzverfahren, das hier allein in Frage kommt, berücksichtigt — ist dann ein Streckenzug mit den Ecken in den Trennflächen.

Der Anteil, den eine Schicht an die Laufzeit einer gebrochenen Welle liefert, ist proportional dem in der Schicht durchlaufenen Weg und umgekehrt proportional der Geschwindigkeit der Welle im betreffenden Material. Von drei gleich langen je in einer Schicht liegenden Wellenwegen liefert daher der Weg in der Oberflächenschicht den größten Anteil. In den meisten Fällen ist deshalb die Genauigkeit einer

berechneten Gesamtmächtigkeit (Oberflächen- + Zwischenschicht) im wesentlichen durch die Genauigkeit bestimmt, mit der die Dicke der Oberflächenschicht ermittelt werden kann. Die Annahme über das ganze Profil konstanter Oberflächenschichtdicke und konstanter Geschwindigkeit im Material dieser Schicht, die beim Meßverfahren mit « festem » Seismometer und « wandernden » Schußpunkten üblich ist, führt sehr oft zu großen Fehlern für die Gesamttiefe. Um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten, müssen Dicke und Geschwindigkeit der Oberflächenschicht längs einem Profil in vielen Punkten bestimmt werden. Dazu müssen über das ganze Untersuchungsgebiet kurze Refraktionsprofile angelegt werden. Dies ist beim Meßverfahren mit festem Seismometer umständlich, beim Verfahren mit « festem » Schußpunkt und (6 bis 12) « wandernden » Seismometern hingegen verhältnismäßig einfach: Die Seismometer werden in Gruppen so auf dem Profil angeordnet, daß jede Gruppe, die für eine Hauptsprengung angelegt wird, mit Hilfe von ein bis zwei kleinen Nebensprengungen in geringer Entfernung von den Seismometern eine vollständige Laufzeitkurve liefert mit den zur Oberflächenschicht und zur Zwischenschicht gehörenden Ästen.

Beim Auswerten eliminiert man die Laufzeitanteile der Oberflächenschicht aus der Laufzeitkurve des Dreischichtenproblems und erhält so eine Zweischichten-Laufzeitkurve. Diese je nach der Form der Trennfläche Zwischenschicht/Untergrund mehr oder weniger komplizierte Kurve wird zunächst grob durch Geradenstücke ersetzt, auf welche man die einfachen Formeln für Neigung und Tiefe der Trennfläche anwenden kann. Man gewinnt damit rasch eine erste Annahme für die Tiefe und den Verlauf dieser Fläche. Für jeden Meßpunkt zeichnet man hierauf den Weg der zuerst ankommenden Welle ein und berechnet ihre Laufzeit, indem man die einzelnen Strecken durch die entsprechenden Geschwindigkeiten dividiert.

Durch Variation der Weganteile in Zwischenschicht und Untergrund (wobei wieder die Schicht mit der kleineren Geschwindigkeit ausschlaggebend ist) korrigiert man die erste Annahme Punkt für Punkt solange, bis die aus den gezeichneten Wellenwegen berechneten Laufzeiten mit denjenigen der reduzierten Laufzeitkurve genau genug übereinstimmen. Man kann auch direkt eine Annahme für alle drei Schichten suchen und im übrigen gleich vorgehen, indem man für jeden Punkt auch noch die Wege in der obersten Schicht berücksichtigt, wobei die Mächtigkeit der Oberflächenschicht — wie oben erwähnt — separat bestimmt wurde.

Das Einzeichnen der Wellenwege hat den großen Vorteil der Anschaulichkeit. Besonders leicht erkennt man hierbei die Grenzen der Leistungsfähigkeit der Refraktionsseismik: Punkte des Untergrundes, die im gleichen Meßpunkt gleiche Laufzeiten ergeben, sind nicht voneinander unterscheidbar. Taleinschnitte, Gräben oder Schluchten im Untergrund bilden die wichtigsten Fälle dieser Art. Sind z. B. die Mächtigkeit der Überdeckung bis zum Rand eines Grabens, die Breite



des Grabens und seine Tiefe etwa gleich groß, dann gibt es im Querprofil über den Graben Punkte, die von beiden Flanken des Grabens Wellen gleicher Laufzeit empfangen; diese Laufzeiten sind außerdem kürzer als die zur Grabensohle gehörenden. Es können deshalb nur die beiden Flanken des Grabens nachgewiesen werden, nicht aber seine Sohle, was aber doch ermöglicht, Bohrungen zur Erforschung des Grabens geeignet anzusetzen. Ist die Überdeckung wesentlich größer als die Breite des Einschnitts, dann ist ein Nachweis nicht möglich.

Weitere Grenzfälle sind bei allzu unregelmäßigen Trennflächenformen dadurch bedingt, daß keine Profilanlage die räumliche Lage der Wellenebenen sicher zu erfassen gestattet. Nur bei Berücksichtigung anderweitiger Angaben über die im betreffenden Fall geologisch möglichen oder plausiblen Untergrundformen lassen sich einigermaßen brauchbare Tiefenangaben ermitteln.

In der Literatur findet man Versuche, die Laufzeitkurven und die daraus abzuleitenden Größen auch für unregelmäßige Trennflächen formelmäßig darzustellen durch Annäherung der Trennflächen durch geometrisch einfache Formen (siehe u. a.: S. Polli: *Prospezione sismica in forme elementari di terreno accidentato*. Boll. della Soc. Sismologica Italiana 37 [1939] 1—32). Aus Laufzeitkurven können im Zweischichtenfall bei Annahme bestimmter Störungsformen verschiedene Parameter der « Verformung » nach Formeln ermittelt werden (z. B. Tiefe, Breite usw. eines Grabens mit Dreieckquerschnitt). Für die Auswertung in der Praxis sind solche Formeln kaum anwendbar. Hingegen sind die in solchen Arbeiten wiedergegebenen Laufzeitkurven recht nützlich sozusagen als Katalog zur qualitativen Veranschaulichung des Einflusses bestimmter Verformungen der Trennflächen auf die Laufzeitkurven. Rechenansätze werden vollends illusorisch, wenn mehr als zwei Schichten vorhanden sind und wenn mehr als eine Trennfläche unregelmäßig geformt ist. Das hier kurz beschriebene halbgraphische Verfahren scheint uns bedeutend rascher und vor allem viel anpassungsfähiger zu sein; es hat sich — wenigstens bei unseren schweizerischen, im allgemeinen nicht gerade einfachen Problemen — sehr gut bewährt.

9. RETO FLORIN, ALFRED KREIS (Chur) und AUGUST SÜSTRUNK (Zürich).  
— *Ergebnisse seismischer Geschwindigkeitsmessungen in der Schweiz.*

Die hier zum erstenmal zusammengestellten Geschwindigkeiten seismischer Longitudinalwellen, die bei seismischen Sondierungen in der Schweiz gefunden wurden, konnten nach zwei Methoden erhalten werden: Bei Materialien, die an der Erdoberfläche anstehen, wurde die Geschwindigkeit direkt aus der Messung einer Wegstrecke und der zugehörigen Laufzeit ermittelt (d), während bei verdeckten Schichten die Geschwindigkeit aus den Laufzeitkurven der Refraktionsseismik abgeleitet werden mußte (r). Im letzteren Falle sind die Resultate bei

unregelmäßig geformten Trennungsflächen im allgemeinen weniger zuverlässig.

Material	Ort	Geschwindigkeit m/s	Methode
<b>1. Wasser, Eis</b>			
Wasser	allgemein	1450	d
Eis (Gletscherzungen)	allgemein	3700	d
<b>2. Lockermaterialien</b>			
a) Verwitterungsmaterial Humus, Lehm, Schutt	allgemein	250—700	d
b) Alluvionen über dem Grundwasser			
Seeton	Oberhalbstein	800—1200	d
Sand (lehmig)	Oberhalbstein	600—1200	d
Schotter	allgemein	800—1200	d
c) Alluvionen im Grundwasser			
Sand, Ton, Schotter	allgemein	1450—1800	d, r
	Andermatt	1520	r
	Salanfe	1450—1500	r
	Réchy	1500	d
d) Moränen	allgemein	1200—2400	d, r
	Genf	1600	r
	Nidau	1700	r
	Gletsch	1820	d
<b>3. Aufgelockerte Felsgesteine</b>			
Bergsturzmassen, versackte Felsmassen	allgemein	1800—3000	d, r
<b>4. Felsgesteine</b>			
a) Sedimentgesteine			
Molassesandstein	allgemein	2400—3300	r
	Büren, Rheinau	2400	r
	Luzern	2800	r
	Sins	3250	r
	Genf	3290	r
Opalinuston	Böttstein	2700	r
Bündner Schiefer	Oberhalbstein	3700—4600	d, r
Kalk	Schaffhausen	3800	r
	Andermatt	4500—5000	d, r
b) Kristalline Gesteine			
Granit, Gneiß	Greina	4300	r
	Haslital	4700	d, r
	Andermatt	5000—5250	d
Diabas, Prasinit	Oberhalbstein	5400—5800	d, r

Auffallend ist die große Streuung der Geschwindigkeitswerte in Moränen- und Sackungsmaterial. Man macht indessen die Erfahrung, daß innerhalb eines einzelnen Untersuchungsobjektes die Werte meist nur wenig streuen.

Für die Anwendung der Refraktionsseismik folgt aus der Zusammenstellung: Im allgemeinen hat gesunder anstehender Fels die Geschwindigkeit 4000—5000 m/s, so daß ein für die Refraktionsseismik sehr günstiger Geschwindigkeitsunterschied besteht. Auch bei der Molasse scheint der Nachweis der Trennfläche Überlagerung—Molassefels möglich zu sein, da bisher über Molassesandstein nur selten Materialien mit Geschwindigkeiten über 2000 m/s festgestellt worden sind.

**10. P. TETRODE** (Soesterberg, Holland). — *Long-range forecasting in the Netherlands.*

The origins of long-range forecasting in the Netherlands are dating back to about 1914, when Easton began to classify all the winters since 1215 of the climatic province of which the Netherlands are forming part. He found that there is a phase of some 22 (e. g. 1895—1916), in his cycle of 89 years, when severe wintry conditions are far below normal generally. Gallé discovered that the correlations between the NE-trade winds in the area 15—25° N and 25—45° W from June—November inclus. and the following winter-temperatures in Europe for 1900—1914 were greatest in E-Prussia: 0.82 (de Bilt, Switzerland, Gjesvaer, Akureyri, resp. 0.65, 0.4, —0.4, —0.4). The alterations which these coefficients have shown in later years are to be attributed in part to changes in solar activity (dislocation of the so-called centers of atmospheric action).

In the thirties more systematic investigations in teleconnections of Dutch temperatures and rainfalls for all seasons have been initiated (van Everdingen). Many correlations were sought out for different time-lags. From these the largest ones were employed successfully in regression-formulae. With the declining of the continentality of our climate 1880—1939 however Visser's investigations have made it probable that some systematic and unpredictable changes occurred of the same kind as those afterwards. Moreover different cyclic effects were considered such as the rather consistent diminution of average rainfalls every 27 months (e. g. summer 1947) together with its crossing of the N. Atlantic and the opposite reactions as between coastal and inland regions.

The author has emphasized the seasonal effects on air-temperatures of consistent cyclic recurrences; the importance to be attributed for long-range forecasting purposes to the—of course very rare—coinciding of two or more of these recurrences, when e. g. both lowering temperatures of a specific winter and reinforcing each other's effects; and has stressed in this connection the significance of the methods of pre-war



synoptic forecasting. Along these lines he was able to predict the lower temperature of the years and winters 1939—1945 together (cycles of 89 and 92 years, reversal with alternative sign of temperature-trend  $1895 + n \times 44$  years and  $1895 - n \times 44$  years, etc.) and the very cold but not very early winter 1939/40 (cycles of  $4 \times 27$  months and 11 years, etc.) for the Low Countries. The « zeitliche Konstanz » of the 11-year solar cycle appeared considerably improved, when from the 6 cycles for which the data were available in 1939, the years were taken, during which the surface areas of sunspots were increasing most rapidly. In each of the years moreover the mean heliographic latitude of them all was very near to  $20^\circ$ .

11. FRIEDRICH SCHMID (Oberhelfenschwil). — *Eine interessante Eigenart der großen nordlichterregenden Sonnenfleckengruppe vom Januar 1938.*

Nach der Erstellung meiner Sternwarte im März 1925 beobachtete ich schon im ersten Jahre um größere Sonnenflecken eine helle granulationsfreie Zone, welche letztere hofähnlich umschließt. Besonderes Interesse erweckten aber rote Felder in der Umbra. Ihre Lage kann auch ganz exzentrisch und hart an der Penumbra liegen. Die Farbe hat alle Zwischenstufen vom leuchtenden Ziegelrot bis zum Rostbraun. Die Begrenzung kann ziemlich scharf oder auch mehr schleierartig und verwaschen sein. Die Veränderung dieser Gebilde ist teilweise rasch. Sie können von einem Tag auf den andern gänzlich unsichtbar werden, oder auch ihre Form und Farbe wechseln. Ich habe aber auch Fälle beobachtet, wo diese roten Felder unter beständigem Wechsel mehrere Tage anhielten. Die granulationsfreie Zone ist dagegen eine regelmäßige Erscheinung um größere Fleckenherde.

In der Fachliteratur werden diese roten Felder wenig erwähnt. Es ist aber sicher, daß sie Pater Secchi auf der Vatikan-Sternwarte gesehen und gezeichnet hat. Auch Dawes und Schwabe haben sie beobachtet. Die Ursache dieser roten Felder ist bis heute wohl noch wenig abgeklärt. Ich dachte zuerst an Protuberanzenausbrüche, die durch Kontrastwirkung auf dem dunklen Fleckengrunde sichtbar werden. Für diese Annahme könnten die kurzfristigen und schleierartigen Gebilde sprechen. Es gibt aber auch langfristige Felder von mehreren Tagen, die allerdings ihre Form und Farbe von einem Tage auf den andern wechseln. Die Frage liegt hier nahe, ob die scheinbar dunkle Umbradecke durch besonders hohe Temperatúrausbrüche aus dem Sonneninnern nicht in eine Art Rotglut versetzt werden könnte. Eine weitere Möglichkeit wären Protuberanzenausbrüche unter der Umbradecke, die nicht zur freien Entfaltung in die Chromosphäre gelangen. Die schleierartigen Gebilde könnten in diesem Falle als rote Wasserstoffwolken gedeutet werden, die über der dunklen Umbra liegen. Die Kombination dieser verschiedenen Vorgänge würde alle Erscheinungsformen gut erklären.

Schließlich müssen wir auch an die elektrischen Ausstrahlungen dieser Störungsfelder denken. Nach meinen Beobachtungen sind diese roten Felder Begleiterscheinungen einer besonders hochgradigen Sonnentätigkeit. Sie sind daher namentlich zur Zeit der Fleckenmaxima sichtbar. Doch stehen sie auch zu dieser Zeit weitaus in der Minderheit größerer Sonnenflecken. Wenn wir nun die Vermutung aussprechen, daß diese roten Felder einen gewissen Zusammenhang verraten könnten mit einer vermehrten Korpuskular- und Ionenstrahlung, und damit auch mit der Intensität der elektrisch-magnetischen Felder in der Photosphäre, so denke ich immer wieder zurück an die gewaltige Sonnenfleckengruppe vom Januar 1938. Jener Hauptfleck hatte die von mir bis heute beobachtete größte Zahl von sechs zum Teil sehr deutlichen roten Feldern, die ich am 18. Januar, 16 Uhr, direkt am Fernrohr in meinem Beobachtungsjournal eingezeichnet hatte. Am 25./26. Januar folgte dann jene großartige Nordlichtnacht. Andererseits denke ich auch an wiederholte sehr markante Fleckenherde, die keine oder kaum eine Spur einer Nordlichtneigung verraten haben. So weit meine Beobachtungen reichen, waren jene Fleckenherde fast oder ganz frei von roten Feldern. Über alle diese Zusammenhänge sind aber noch weitere Beobachtungen wünschenswert. Diese roten Felder stellen uns neue Rätsel in der Sonnenphysik. Sie bilden aber auch ein sehr interessantes und anziehendes Glied in der Sonnenbeobachtung und verdienen noch eine weitere Untersuchung.

**12. PETER COURVOISIER (Davos). — *Die Schwankungen des atmosphärisch-elektrischen Feldes.***

In weitestgehender Analogie zu dem bereits früher betrachteten Spektrum der Druckschwankungen in der Atmosphäre<sup>1, 2</sup>, läßt sich ein Spektrum der Schwankungen im elektrischen Feld der Atmosphäre zeichnen, das die bei den verschiedenen Frequenzen (Abszissen) beobachteten Feldstärken (Ordinaten) wiedergibt. Dabei kann für nicht echtperiodische Schwankungen dasselbe orientierende Auswerteverfahren verwendet werden, wie bei den Luftdruckschwankungen, so daß sich für alle Frequenzen wenigstens die Größenordnung der beobachteten Feldstärken angeben läßt. Auch in diesem Spektrum zeichnen sich zwei Bänder von Schwankungen ab, die sich in einem scharfen Minimum der Feldstärken bei  $10^7$  bis  $10^8$  Hz treffen. Unterhalb dieser Frequenzen besteht ein zu einem breiten Maximum ansteigendes Band von Störungen, die durch makrophysikalische Erscheinungen in der Atmosphäre hervorgerufen sind (Band der *Maxwell-Hertzschen* Wellen); das Maximum ist etwa für 10 Hz erreicht, wobei zu dieser Frequenz die längste in der Atmosphäre mögliche elektromagnetische Welle (Wellenlänge = Erdumfang) gehört. Oberhalb  $10^7$  Hz wird die Höhe des elektrischen

---

<sup>1</sup> P. Courvoisier, Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Zürich, 1946, S. 84.

<sup>2</sup> — Arch. Met. Geoph. Bioklim. A 1, (1948), 1.

Störspiegels in der Atmosphäre durch die Feldstärken in der Temperaturstrahlung gegeben, die sich nach dem *Planckschen* Gesetz und dem *Poyntingschen* Satz für verschiedene Temperaturen berechnen lassen. Damit die Angaben über den Störspiegel in diesem Frequenzgebiet vergleichbar mit denen unterhalb  $10^7$  Hz sind, bedarf es einer Festsetzung der spektralen Breite, die bei den Beobachtungen, bzw. Kurvenanalysen vorliegt. Diese spektrale Breite wird jeweils zu 1 % der zentralen Frequenz des betrachteten Frequenzbandes angesetzt, auch für das *Maxwell-Hertzsche* Band und für das Gebiet der Beobachtungen der Veränderungen des Potentialgradienten in der Atmosphäre, das bei den niedrigsten Frequenzen liegt. Ähnlich wie bei den Luftdruckschwankungen zeichnen sich also im Spektrum der Feldstärkeschwankungen in der Atmosphäre Erscheinungen mit einheitlicher physikalischer Natur in zusammenhängenden Bändern ab.

**13.** WILLIAM BRUNNER-HAGGER (M. Z. A. Zürich-Kloten). — *Beziehungen zwischen Niederschlag und Sonnentätigkeit.*

Um Sonnenfleckengerde herum entwickeln sich Fackelfelder und aus ihnen heraus dunkle Filamente (am Sonnenrande als Protuberanzen sichtbar). Die Fackelfelder größerer Herde erreichen nach zirka ein bis zwei Monaten, die Filamente nach vier Monaten ihre größte Entwicklung. Da beim Aufsuchen von Beziehungen zu terrestrischen Erscheinungen es nicht sicher ist, welches Entwicklungsstadium eines Tätigkeitsherdes am wirksamsten ist, so muß mit Zeitverschiebungen gegenüber der Sonnenfleckengerde-Relativzahl-Kurve bis zu mehreren Monaten gerechnet werden<sup>1</sup>. Es ist weiter zu beachten, daß die synodische Sonnenrotation von 26 bis 31 Tagen variiert, je nach heliographischer Breite und Höhe des Herdes über der Photosphäre. Andererseits sind bei solaren Einwirkungen auf meteorologische Elemente Umkehreffekte zu erwarten, was eine summarische Korrelationsrechnung illusorisch macht, bevor der genaue phänomenologische Zusammenhang geklärt ist.

Neuerdings wissen wir, daß die großen solaren Tätigkeitsherde bis zum doppelten Normalbetrage röntgenfrequente und bis zum hundertfachen Normalbetrage radiofrequente Strahlung von zirka 1 m Wellenlänge aussenden, die speziell für terrestrische Einwirkungen ausschlaggebend sein müssen (Proc. Royal Soc. V. 190, S. 357). Die von Abbot (Smithon. Misc. Coll. V. 107, Nr. 3 und 4) aus Washingtoner Niederschlägen hergeleitete 27tägige Periode zeigt sich auch in Niederschlägen von Zürich von 1947 und 1948 (Jahre extrem hoher Sonnentätigkeit), und zwar mit der gleichen Phase (Epoche des Maximums 9. bis 15. Januar 1948). Die Periode von  $6\frac{2}{3}$  Tagen, die Abbot für die Temperatur fand, ist auch an den Zürcher Niederschlägen anfangs 1948 erkennbar:

---

<sup>1</sup> 1948 fielen z. B. die Hauptniederschläge in Zürich zirka 40 Tage nach den größten Sonnenfleckengerde-Relativzahlen.

1948	Wochentagsniederschlagssummen							Phase um
1. bis 6. Woche	17	02	16	33	34	19	26	0 Tage verschoben
7. bis 12. Woche	0	0	01	01	22	01	03	2 Tage verschoben
13. bis 18. Woche	0	23	28	15	01	15	0	4 Tage verschoben
19. bis 24. Woche	04	10	22	14	13	44	04	6 Tage verschoben
Summe über alle vier Gruppen	21	35	67	63	70	79	33	

Das vierfache der 6,7tägigen Periode entspricht der 27tägigen Sonnenrotationsperiode und könnte durch die oft regelmäßige Verteilung von vier Haupttätigkeitsherden der Sonne bedingt sein.

Prognostisch lassen sich solche Periodizitäten nur im Zusammenhang mit der synoptischen Meteorologie verwerten. Sie können aber mit ein Grund dafür sein, warum unter den scheinbar gleichen synoptischen Verhältnissen bei Frontdurchgängen mehr oder weniger Niederschläge fallen. Der Sonneneinfluß hat katalytischen Charakter.

#### 14. GIAN A. GENSLER (M. Z. A. Dübendorf). — *Lokalwinde auf dem Flugplatz Dübendorf.*

Von rund 2800 Pilotballonaufstiegen in Dübendorf in den Jahren 1932 bis 1947 zeigen 200 einen deutlichen Windsprung von SE in Bodennähe auf SW-NW in der freien Atmosphäre; sie sind im folgenden als SE-Drehwinde bezeichnet. Die Höhenlage des Windsprunges der 178 genauer untersuchten Fälle erstreckt sich von 100 bis 2600 m/sol; die Frequenzkurve zeigt ein Hauptmaximum in 440 m/sol und ein kleines Nebenmaximum in 1400 m/sol. Die Bodenwinduntersuchungen von Dübendorf für die Jahre 1937 bis 1942 zeigen, daß tagsüber mit 12 % der NW, abends und nachts der SE auch mit 12 % den höchsten Häufigkeitswert erreichen; bezüglich des Windweges erreicht der SE auch zwischen 6 und 12 Uhr ein sekundäres Maximum. Vergleiche mit der MZA in Zürich ergeben, daß in 34 % aller Fälle mit SE-Drehwind an beiden Orten Bodenwinde aus SE von 5 und mehr km/h wehen, in 10 % an beiden jedoch SW- bis NW-Winde. Dübendorf hat ferner in 18 % SE, bei Stille oder W in Zürich, dieses nur in 10 % SE bei Stille in jenem. Knapp die Hälfte der SE in Dübendorf erreichen Kloten-Oberglatt, dagegen finden sich rund  $\frac{1}{4}$  aller SE-Drehwinde über Dübendorf auch über Basel, wo sie selten eine Obergrenze von 1000 m/m erreichen. Hierbei müssen die SE-Winde über Dübendorf mindestens 300 m mächtig sein, sonst erreichen sie Basel meist nicht.

Die Tatsache, daß die Hauptdrehhöhe über Dübendorf in 880 m/m liegt, wobei die linksseitige Kammhöhe maximal auf 700 m/m, die rechtsseitige gar nur auf 550 m/m steigt, zeigt im Zusammenhang mit den Basler Ergebnissen, daß es sich nicht um eine rein lokale Angelegenheit handelt. Es kann die Meinung vertreten werden, es seien diese SE-Drehwinde ein tagesperiodischer Hangabwind des ganzen Nordalpenkörpers. Es ist jedoch zu beachten, daß ihre Ausbildungsbedin-

gungen eng an die SW-NW-Oberströmung gebunden sind, zumal bei Bise kein Fall von SE ersichtlich wurde, sehr selten bei direkter Föhnströmung.

Die allgemeine Druckverteilung bei SE-Drehwinden ist beherrscht durch Hochdruck über den Alpen, Ostalpenraum, Balkan oder Polen, ein Tief über W-NW-Europa. Begünstigt wird der SE bei Annäherung eines T aus dem Westen und den Abzug eines Alpenhochs gegen Osten. Es stellen sich nun die Fragen, ob der SE von der oberen SW-NW-Strömung abhängig ist (Tiefdruckaspiration bei starker Bodenreibung), wobei aber die sprungartige Richtungsänderung in 400 bis 600 m/sol unerklärt bleibt oder als unabhängige tagesperiodische Alpenströmung zu deuten ist, die durch größere Labilität anderer Oberwinde (Bise) bereits am Alpennordfuß aufgezogen wird.

Hinter abziehenden Schauerlinien bei böigem Westwindwetter wird im Glattal oft eine schnelle Rückdrehung des Bodenwindes auf SE beobachtet. Hier handelt es sich einwandfrei um einen Kaltluftausfluß auf der Rückseite der Böenlinie, der gegen 300 m/sol reicht und bereits in Kloten nur bisweilen bemerkbar wird, oft auch in Zürich.

Die lokalmeteorologischen Auswirkungen dieser SE-Winde beziehen sich vornehmlich auf die Sichtverhältnisse. Zürich weist in einem Drittel aller Fälle bei SE eine um eine Sichtstufe schlechtere Sicht auf als Dübendorf bei SE, wogegen bei Fehlen von SE in Zürich Dübendorf im Mittel um zwei Stufen bevorzugt ist, ausgenommen jene Fälle bei Einbruch von Greifenseenebel bei gleichzeitiger Nebelfreiheit in Zürich.

Obwohl prima vista das obere Glattal, topographisch gesehen, kaum lokale Eigenheiten erwarten läßt, sind die örtlichen Einflüsse allein bezüglich der Windströmungen bemerkenswert.

#### 15. WALTER SCHÜEPP (Davos—Reinach). — *Über den Wärmeaustausch im Eisfeld.*

Auf der Eisbahn Davos wurden im Winter 1947/48 im Auftrage des Kurvereins Untersuchungen über den Wärmehaushalt der Eisdecke aufgestellt. Bei kaltem Wetter genügten dazu die Messungen mit vor Strahlung geschützten Thermoelementen in vier Tiefen im Boden und in fünf Tiefen in der darüberliegenden Eisdecke, ergänzt durch die Registrierung von Lufttemperatur und Feuchtigkeit in zirka 1 m über Boden und die Registrierung der Strahlung am Observatorium. Dabei wurde am 18. Februar 1948 festgestellt, daß: 1. die Luft stets 7—13° kälter war als die Eisoberfläche, 2. sich die gesamte Eisdecke von 10 bis 16 Uhr im Mittel um 7° bis auf —1,5° erwärmte, 3. sich dunkle Gegenstände im Eis einschmolzen, während über Porzellan das Eis nicht schmolz. Aus den Beobachtungen bei trübem Wetter ließ sich die Wärmeübergangszahl von Luft zu Eis zu 2,0 cal/cm<sup>2</sup>h-Grad berechnen. Für die Wärmeleitzahl im Eis ergab sich aus Beobachtungen nachts ein



Wert von 20—25 cal/cm<sup>2</sup>h pro Grad/cm, und für den zirka zu 40 % aus Eis bestehenden Boden folgte ein Wert von zirka 20 cal/cm<sup>2</sup>h pro Grad/cm. Der Absorptionskoeffizient der Sonnenstrahlung in der Eisdecke scheint nahe bei 1 zu liegen, weshalb sich trotz andauernd tiefer Temperatur die gesamte Eisdecke tagsüber stark erwärmte.

Bei wärmerem Wetter (nachts  $-15^{\circ}$ , tags  $+5^{\circ}$ ) mußte außer der Temperatur auch die Menge des geschmolzenen Eises bestimmt werden. Es geschah dies auf dreierlei Weise, so daß es möglich war, eine gute Abschätzung für die im ungestörten Felde geschmolzene Menge zu gewinnen. Es zeigte sich dabei, daß erhebliche Wärmemengen in Schmelzwärme übergeführt werden, nämlich mittags bis zu 40 cal/cm<sup>2</sup>h ( $= \frac{1}{2}$  cm Wasser). Nasses Eis enthält oft 10—20 % Wasser und hat dann nur noch sehr geringe Festigkeit.

Faßt man das ganze Beobachtungsmaterial zusammen, so läßt sich für die Sonnenstrahlung ein Absorptionskoeffizient von zirka 0,90 berechnen; somit ist die Einstrahlung ein entscheidender Faktor für den Wärmehaushalt der Eisbahn. Es gelangt aber nur noch ein so kleiner Bruchteil der Einstrahlung durch eine 25 cm dicke Eisdecke hindurch zur Erdoberfläche, daß diese sich trotz eines verschwindend kleinen Temperaturgradienten nicht bis auf  $0^{\circ}$  erwärmt. Bei einer so dicken Eisdecke ist daher die Färbung der Bodenoberfläche bedeutungslos, während eine mit 3 cm Eis gefüllte Porzellanschale nur etwa halb soviel Strahlung absorbiert als eine mit 3 cm Eis gefüllte schwarze Bakelitschale.

#### 16. WALTER SCHÜEPP (Reinach). — *Ein phänologisches Experiment.*

Die Entwicklungsgeschwindigkeit des Aufblühens und Welkens von Forsythiazweigen im Freien nahe einer meteorologischen Station und im Zimmer bei kontrollierter Temperatur (Tagesmittel  $+15^{\circ}$  C) wurde im Laufe der Monate Januar bis April genau beobachtet und wöchentlich neue Zweige ins Haus genommen. Es zeigte sich, daß die Temperatursumme oberhalb  $4^{\circ}$  (berechnet aus der Registrierung) gezählt, vom 18. Januar 1948 an bei allen 18 Terminen, zu welchen Zweige ins Haus gebracht wurden, für die einzelnen Entwicklungsstadien dieselbe war (bei einem mittleren Fehler von  $\pm 5\%$ ). Wird die Temperatursumme nach den Tagesmitteln berechnet, so ergibt sich (weil darin auch Temperaturen unter  $4^{\circ}$  mitberücksichtigt sind) eine Basistemperatur von  $3^{\circ}$  mit einem etwas größeren mittleren Fehler. Für die Entwicklung der Blätter scheint die Temperatursumme über  $6^{\circ}$  (berechnet aus der Registrierung) ausschlaggebend zu sein. Die Forsythiablüte scheint in ihrer Entwicklung ausschließlich von der Temperatursumme abzuhängen, während in späteren Wachstumsstadien auch andere Faktoren, wie Niederschläge, Strahlung usw. nicht vernachlässigt werden dürfen.

Vgl. «Leben und Umwelt», 1948, Jahrgang 4, Nr. 12.

**17. CHARLOTTE HENNEBERGER (Davos—Zürich).** — *Die Komponenten der Abkühlungsgröße (= AG).*

Dadurch, daß am Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos während vier voller Jahre stündliche Registrierungen der AG gewonnen worden sind, ist die Möglichkeit gegeben, die Darstellung der Abhängigkeit der Abkühlung der frei aufgestellten Frigorimeterkugel von den einzelnen meteorologischen Faktoren zu vervollständigen und formelmäßig auszudrücken.

Als Faktoren, die die AG steigern oder vermindern, kommen in Betracht: sichtbare und langwellige Strahlungsströme der Sonne, der Frigorimeterumgebung und der Kugel selbst, Bewegung und Temperatur der Luft sowie unter Umständen der Niederschlag.

Der langwellige Strahlungsaustausch zwischen der auf 36,5° C erwärmten Kugel und ihrer Umgebung kann, wenn letztere von einheitlicher Temperatur ist, nach dem Stefan-Boltzmannschen Strahlungsgesetz aus der Absorptionszahl der Kugel und den Temperaturen der Luft und der Kugel berechnet werden.

Die Verminderung der AG, die von der direkten Sonnen- und einer, vom Azimut und Höhenwinkel unabhängigen, diffusen Himmelsstrahlung herrührt, läßt sich einfach berechnen, vorausgesetzt, daß man die beiden Komponenten einzeln kennt.

Der Einfluß von Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit auf die Abkühlung des frei aufgestellten Frigorimeters wurde empirisch bestimmt, und zwar aus solchen Stundenwerten, für welche der Einfluß der langwelligen und sichtbaren Strahlung bekannt ist und entsprechend hat eliminiert werden können. Bis zu Windgeschwindigkeiten von 5 m/sec ergab sich folgende Abhängigkeit:

$$\alpha_L = \frac{A}{\Theta} = 0,145 + 0,117 \cdot v$$

$\alpha_L$  = Wärmeverlust des Frigorimeters durch Leitung und Konvektion,  $A$  = AG,  $\Theta$  = Übertemperatur,  $v$  = Windgeschwindigkeit in m/s.

Darin berücksichtigt der erste Summand den Einfluß der freien Konvektion, der zweite den der aufgezwungenen Strömung. Aus einer Zusammenstellung der Windfunktion für Kugeln nach Büttner ist ersichtlich, daß unsere Werte gut mit den von Bider und Lahmeyer, ebenfalls für das frei aufgestellte Frigorimeter, gefundenen Resultaten übereinstimmen, während sich bei den Versuchen im Windkanal oder vor dem Ventilator eine etwas andere Abhängigkeit herausgestellt hatte.

Über den Betrag des Wärmeentzuges durch den Niederschlag kann nur eine größenordnungsmäßige Angabe gemacht werden. Da außer der Abhängigkeit von der Temperatur und der Intensität des Niederschlages eine solche vom Grad der Turbulenz in der Umgebung des Frigorimeters vorliegt, muß dieser Zusammenhang außerdem, je nach Aufstellung der Kugel, örtlich ein verschiedener sein.

Stellt man die erhaltenen Resultate zu einer Formel zusammen, die eine Berechnung der AG aus den Registrierungen der meteorologisch-klimatologischen Elemente ermöglicht, so nimmt diese die Form an:

$$A = 1,102 \cdot 10^{-9} (9,176 \cdot 10^9 - T^4) - 0,2 \left( \frac{I'}{\sin h} + 2H' \right) \\ + (0,145 + 0,117 \cdot v) (309,5 - T) + V(M, T)$$

Darin bedeuten: T = absolute Temperatur der Luft, I' und H' = die Intensitäten der direkten und der diffusen Strahlung auf Horizontalfläche und in mcal/cm<sup>2</sup>sec, h = Sonnenhöhe, v = Windgeschwindigkeit, V(M, T) = Wärmeentzug durch Niederschlag in Abhängigkeit von dessen Intensität und Temperatur. Die oben nur kurz erwähnten Voraussetzungen für die Gültigkeit der einzelnen Summanden wären dabei erst noch von Fall zu Fall zu erbringen.