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: 119 (1938)

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: 08.07.2025

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, 27. und 28. August 1938

Präsident: Prof. Dr. TH. NIETHAMMER (Basel)
Sekretär: Prof. ALFRED KREIS (Chur)

1. VICTOR CONRAD (Wien). — *Sonnenscheindauer im Gebirge: Anomalien und andere Charakteristiken.*

Die aus den Registrierungen von zirka 90 Sonnenscheinautographen gewonnenen monatlichen Stundensummen der Sonnenscheindauer *(SD)* werden entsprechend statistisch behandelt und nach Höhenintervallen geordnet. Es ergeben sich schliesslich Normalkurven: rel. *SD*-Seehöhe, für die Monate und Anomalien gegen die beobachteten Ortswerte. Die Anomalien sind ihrer Entstehung nach vom Höheneinfluss befreit, so dass das Ziehen von Isanomalen auch im Gebirgsland möglich ist. — Auf Jahreszeitenkarten sieht man den Verlauf der Null-Isanomale längs des Zentralalpenkammes. Namentlich die Höhe der positiven Anomalien und ihr ausnahmsweises Übergreifen nach Norden über den Zentralalpenkamm zeigt grundlegend die Kulissenwirkung der den Regenwinden entgegenstehenden Gebirge. — Die Isanomalenkarten scheinen eine unverzerrte Projektion der rel. *SD* auf die Ebene zuzulassen.

Die Normalkurven für die Monate: *SD*-Seehöhe, erlauben eine nähere Untersuchung des Jahresganges der rel. *SD* in verschiedenen Höhenniveaus. Im Alpenvorland und in den Tälern findet man einen statischen —, den „Gewitter- und Inversionstypus" mit Sommermaximum. Auf den Gipfeln erscheint ein dynamischer Typus mit Wintermaximum. Es wird mit Hilfe der harmonischen Analyse untersucht, in welcher Art der *Übergang mit wachsender Höhe stattfindet:*

a) Bis 2000 m tritt eine nur relative kleine Verringerung des Phasenwinkels A_1 der ganzjährigen Schwankung der rel. *SD* auf. Von 2000 bis 2400 m existiert eine *„Zwischenschicht"*, in der A_1 um 100° schwenkt. Oberhalb der „Zwischenschicht" geht die weitere Verkleinerung von A_1 wieder nur langsam vor sich. Von unten bis 3000 m erreicht die Schwenkung beinahe schon die theoretische Grenze von einem halben Jahr.

b) Die Amplitude a_1 geht bis zur „Zwischenschicht"-Mitte auf 1,5 % zurück, was einem praktischen Verschwinden der Ganzjahrswelle in der „Zwischenschicht" gleichkommt.

c) Es existiert eine reale Halbjahrsschwankung, deren Phasenwinkel in der „Zwischenschicht" ein Maximum erreicht, um nach oben wieder abzunehmen.

d) Die *Amplitude* a_2 *ist mit der Höhe invariant.* Das Urphänomen der Doppelwelle zeigt sich nahezu rein in der „Zwischenschicht".

e) Letztere hat auch eine besondere *bioklimatische* Bedeutung.

f) Der Versuch einer Erklärung der Halbjahrswelle der rel. *SD* mit einem Luftdruckeffekt hat zwar interessante Resultate, aber noch keine Lösung des merkwürdigen geophysikalischen Phänomens ergeben.

2. Alfred Kreis (Chur) und Wilh. Jost (Bern). — *Die Eisdickenmessungen der Gletscherkommission der S. N. G. auf dem Unteraargletscher.*

Die Gletscherkommission der S. N. G. hat in den Sommern 1936, 1937 und 1938 Eisdickenmessungen nach der seismischen Methode auf dem Unteraargletscher durchgeführt. Der Vortragende zeigt die Apparate, welche bei diesen Messungen verwendet wurden. Sie wurden vom Präsidenten der Kommission, Prof. Mercanton, schon 1936 in Solothurn kurz beschrieben (Verhandl. S. N. G. 1936, S. 272). Der Dreikomponenten-Seismograph, photograph. Registriergerät und zugehörige Beleuchtungseinrichtung wurden nach den Angaben des Referenten von Mechaniker W. Würth in der Schulwerkstätte der Bündn. Kantonsschule gebaut, während die elektromagn. Stimmgabel mit Induktor von Edelmann, München, bezogen wurde.

Das seismische Verfahren wird in seinen wesentlichen Punkten erläutert und es werden praktische Erfahrungen mitgeteilt. Für die Verständigung zwischen Schussort und Registrierstation hat sich das Feldtelephon bewährt, das an die gleiche Leitung angeschlossen wird, die auch den Augenblick der Sprengung elektrisch überträgt. Während zuerst für diese Übertragung ein besonderer Stromkreis, welcher bei der Sprengung unterbrochen wird, mit eigener Stromquelle verwendet wurde, zeigten die 1938 gemachten Versuche, dass mit Hilfe einer besondern Schaltung der zur Zündung verwendete Strom der Zündmaschine dazu gebraucht werden kann. Es hat dies den Vorteil, dass zur Sprengstelle nur noch eine Leitung führen muss. Da in der Nähe der Explosionsstelle bei jedem Schuss die Kabel mehr oder weniger beschädigt werden, konnte so der Verschleiss an Kabelmaterial wesentlich verkleinert werden und es verringert sich auch die Arbeit für jeden einzelnen Schuss. — Ein Film, welcher während der Arbeiten 1936 und 1937 aufgenommen wurde, wird vorgeführt und zeigt, wie die Arbeiten auf dem Gletscher vor sich gehen.

Das Problem der Eisdickenbestimmung hat sich auf dem Unteraargletscher als ein 3-Schichtenproblem herausgestellt, indem der

Gletscher in seinem untern Teil auf Schuttmaterial ruht. Es ist dem Vortragenden gelungen, eine Methode zu finden, welche die Mächtigkeit des Eises und diejenige der subglazialen Schottermasse getrennt bestimmen lässt. Es wird darüber an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

3. C. Fritz Baeschlin (Zollikon). — *Ableitung der mittlern Fehlerellipse für Triangulationspunkte ohne Benutzung der Theorie von der partiellen Äquivalenz.*

Die wichtigste Anwendung der mittlern Fehlerellipse liegt auf dem Gebiete der Triangulierung. Eine völlig einwandfreie Herleitung der Fehlerellipse existiert bisher nur gestützt auf die Theorie der partiellen Äquivalenz.

Die Fehlergleichungen einer vermittelnden Mehrpunkteinschaltung seien:

$$(1) \quad v_h = a_h^1 \xi_1 + b_h^1 \eta_1 + \ldots + a_h^k \xi_k + b_h^k \eta_k + \ldots + a_h^u \xi_u + b_h^u \eta_u + f_h \quad (h = 1, 2 \ldots n)$$

Das Gewicht der h^{ten} Beobachtung sei p_h.

$$x_k = x_{ok} + \xi_k; \; y_k = y_{ok} + \eta_k; \; P\,(x_{ok}, y_{ok}) = \text{Näherungspunkt}$$

Diese Gleichungen gelten sowohl für Richtungs- wie für Winkelbeobachtungen. Im ersteren Falle sind die Orientierungsunbekannten vorgängig eliminiert worden; die ursprünglichen „Richtungskoeffizienten" sind:

$$a_h^k = -\varrho'' \frac{\sin Zik}{Sik}; \; b_h^k = +\varrho'' \frac{\cos Zik}{Sik}$$

Bei einer Drehung des Koordinatensystemes um einen Winkel ε lauten die Transformationsgleichungen:

$$x'_k = x_k \cos \varepsilon + y_k \sin \varepsilon; \; y'_k = -x_k \sin \varepsilon + y_k \cos \varepsilon$$

Sowohl für Richtungs- wie für Winkelmessungen lauten die Transformationsgleichungen der a_h^k und b_h^k

$$a_h^{k'} = a_h^k \cos \varepsilon + b_h^k \sin \varepsilon; \; b_h^{k'} = -a_h^k \sin \varepsilon + b_h^k \cos \varepsilon$$

Damit ergibt sich

$$a_h^k \xi_k + b_h^k \eta_k = a_h^{k'} \xi'_k + b_h^{k'} \eta'_k = \text{invariant gegen Drehungen.}$$

Da f_h invariant gegen Drehungen ist, so ergibt sich damit auch v_h und V_h invariant.

Für einen beliebigen, in der Nähe von $P\,(x_{ok}, y_{ok})$ gelegenen Punkt, für den $[pvv] \neq$ Minimum ist, gilt:

$$(2) \quad V_h = a_h^1 \xi_1 + b_h^1 \eta_1 + \ldots + a_h^k \mathfrak{x}_k + b_h^k \mathfrak{y}_k + \ldots + a_h^k \xi_u + \eta_u \eta_k + f_h$$

Mit den Gauss'schen Multiplikatoren α_h^k, β_h^k, die die Bedingungen erfüllen:

$$[a^1a^k] = o;\ [b^1a^k] = o;\ \ldots [a^ka^k] = +1;\ [b^ka^k] = o \ldots [a^ua^k] = o;$$
$$[b^ua^k] = o;\ [a^1\beta^k] = o;\ [b^1\beta^k] = o;\ \ldots [a^k\beta^k] = o;\ [b^k\beta^k] = +1 \ldots$$
$$[a^u\beta^k] = o;\ [b^u\beta^k] = o$$

wird, wenn $[pvv]$ = Minimum:

(3) $[a^kv] = o;\ [\beta^kv] = o$

(4) $\xi_k + [a^kf] = o:\ \eta_k + [\beta^kf] = o$

(5) $[a^kV] = \mathfrak{x}_k + [a^kf];\ [\beta^kV] = \mathfrak{y}_k + [\beta^kf]$

Setzen wir

$$X_k = \mathfrak{x}_k - \xi_k;\ \ Y_k = \mathfrak{y}_k = \eta_k$$

wo X_k und Y_k die Koordination eines beliebigen Punktes in bezug auf den Ausgleichungspunkt $P\ (x_k,\ y_k)$ sind, so folgt:

(6) $X_k = [a^kV];\ \ Y_k = [\beta^kV]$

Aus der Invarianz der V folgt:

$$X'_k = X_k \cos\varepsilon + Y_k \sin\varepsilon = [a^kV]\cos\varepsilon + [\beta^kV]\sin\varepsilon = [a^{k'}V]$$
$$Y'_k = -X_k \sin\varepsilon + Y_k \cos\varepsilon = -[a^kV]\sin\varepsilon + [\beta^kV]\cos\varepsilon = [\beta^{k'}V]$$

und durch Vergleichung der Koeffizienten der V:

(7) $\alpha_h^{k'} = \alpha_h^k \cos\varepsilon + \beta_h^k \sin\varepsilon;\ \beta_h^{k'} = -\alpha_h^k \sin\varepsilon + \beta_h^k \cos\varepsilon$

Daraus ergeben sich die Formeln zur Transformation der „Gewichts-Koeffizienten", die aus den Normalgleichungen der Koordinatenunbekannten ξ_1, η_1, ξ_k, η_k, ξ_u, η_u folgen

(8 a) $$\left[\frac{a^{k'}a^{k'}}{p}\right]_\varepsilon = \left[\frac{a^ka^k}{p}\right]\cos^2\varepsilon + 2\left[\frac{a^k\beta^k}{p}\right]\sin\varepsilon\cos\varepsilon + \left[\frac{\beta^k\beta^k}{p}\right]\sin^2\varepsilon$$

(8 b) $$\left[\frac{\beta^{k'}\beta^{k'}}{p}\right]_\varepsilon = \left[\frac{a^ka^k}{p}\right]\sin^2\varepsilon - 2\left[\frac{a^k\beta^k}{p}\right]\sin\varepsilon\cos\varepsilon + \left[\frac{\beta^k\beta^k}{p}\right]\cos^2\varepsilon$$

(8 c) $$\left[\frac{a^{k'}\beta^{k'}}{p}\right]_\varepsilon = -\left[\frac{a^ka^k}{p}\right]\sin\varepsilon\cos\varepsilon + \left[\frac{a^k\beta^k}{p}\right](\cos^2\varepsilon - \sin^2\varepsilon) + \left[\frac{\beta^k\beta^k}{p}\right]\sin\varepsilon\cos\varepsilon$$

Da

(9) $m_{xk}^2 = m^2\left[\frac{a^ka^k}{p}\right];\ m_{yk}^2 = m^2\left[\frac{\beta^k\beta^k}{p}\right]$ und

$$(10)\quad m^2_{x'k} = m^2 \left[\frac{\alpha^{k'}\alpha^{k'}}{p}\right]_\varepsilon ; \quad m^2_{y'k} = m^2 \left[\frac{\beta^{k'}\beta^{k'}}{p}\right]_\varepsilon$$

folgt:

$$(11)\quad m^2_{x'k} = m^2 \left\{ \left[\frac{\alpha^k\alpha^k}{p}\right] \cos^2\varepsilon + 2\left[\frac{\alpha^k\beta^k}{p}\right] \sin\varepsilon \cos\varepsilon + \left[\frac{\beta^k\beta^k}{p}\right] \sin^2\varepsilon \right\}$$

$m^2_{x'k}$ wird ein Extremum, wenn $\dfrac{d\, m^2_{x'k}}{d\,\varepsilon} = o$

Wenn ω die Werte von ε sind, für die (11) ein Extremum wird, so folgt daraus:

$$(12)\quad tg\, 2\,\omega = \frac{2\left[\dfrac{\alpha^k\beta^k}{p}\right]}{\left[\dfrac{\alpha^k\alpha^k}{p}\right] - \left[\dfrac{\beta^k\beta^k}{p}\right]}$$

(11) wird ein Maximum, für ω_1, wo $\sin 2\,\omega_1$ das Vorzeichen von $\left[\dfrac{\alpha^k\beta^k}{p}\right]$ hat.

Maximum von $m^2_{x'k} = A^2_k$; Minimum von $m^2_{x'k} = B^2_k$

$$(13a)\quad A^2_k = m^2 \left\{ \left[\frac{\alpha^k\alpha^k}{p}\right] \cos^2\omega_1 + 2\left[\frac{\alpha^k\beta^k}{p}\right] \sin\omega_1 \cos\omega_1 + \left[\frac{\beta^k\beta^k}{p}\right] \sin^2\omega_1 \right\}$$

$$(13b)\quad B^2_k = m^2 \left\{ \left[\frac{\alpha^k\alpha^k}{p}\right] \cos^2\omega_2 + 2\left[\frac{\alpha^k\beta^k}{p}\right] \sin\omega_2 \cos\omega_2 + \left[\frac{\beta^k\beta^k}{p}\right] \sin^2\omega_2 \right\}$$

oder da $\omega_2 = \omega_1 + \dfrac{\pi}{2}$

$$(13c)\quad B^2_k = m^2 \left\{ \left[\frac{\alpha^k\alpha^k}{p}\right] \sin^2\omega_1 - 2\left[\frac{\alpha^k\beta^k}{p}\right] \sin\omega_1 \cos\omega_1 + \left[\frac{\beta^k\beta^k}{p}\right] \cos^2\omega_1 \right\}$$

Aus den Formeln (13 *a*), (13 *c*) und (11) folgt:

$$(14)\quad m^2_{xk} = A^2_k \cos^2\omega_1 + B^2_k \sin^2\omega_1 .$$

A_k und B_k sind die grosse und die kleine Halbachse der sogenannten *mittlern Fehlerellipse.* (14) stellt die Gleichung der sogenannten „Fusspunktkurve" der mittlern Fehlerellipse dar.

Aus den leicht zu beweisenden Gleichungen:

$$tg\,(2\,\omega'_1) = \frac{2\left[\dfrac{\alpha^{k'}\beta^{k'}}{p}\right]_\varepsilon}{\left[\dfrac{\alpha^{k'}\alpha^{k'}}{p}\right]_\varepsilon - \left[\dfrac{\beta^{k'}\beta^{k'}}{p}\right]_\varepsilon} = tg\, 2\,(\omega_1 - \varepsilon)$$

und

$$\left[\frac{\alpha^{k'}\alpha^{k'}}{p}\right]_\varepsilon \cos^2(\omega_1-\varepsilon)+2\left[\frac{\alpha^{k'}\beta^{k'}}{p}\right]_\varepsilon \sin(\omega_1-\varepsilon)\cos(\omega_1-\varepsilon)+$$
$$+\left[\frac{\beta^{k'}\beta^{k'}}{p}\right]_\varepsilon \sin^2(\omega_1-\varepsilon)=\left[\frac{\alpha^k\alpha^k}{p}\right]\cos^2\omega_1+2\left[\frac{\alpha^k\beta^k}{p}\right]\sin\omega_1\cos\omega_1+$$
$$+\left[\frac{\beta^k\beta^k}{p}\right]\sin^2\omega_1$$

folgt, dass sowohl die Achsrichtungen der mittlern Fehlerellipse, als auch deren Halbachsen unabhängig von dem für die Ausgleichung verwendeten Koordinatensystem sind, dass also die Fehlerellipsen der Neupunkte eine feste Beziehung zum System der Festpunkte haben.

4. Theod. Niethammer (Binningen-Basel). — *Bemerkungen zur „vollständig" isostatischen Reduktion der Schwerebeschleunigungen.*

Erscheint ausführlich in der „Zeitschrift für Geophysik", Heft 5/6, 1938.

5. Max Waldmeier (Zürich). — *Über die Struktur der Sonnenflecken.*

Die Sonnenflecken nehmen, nachdem sie ihre erste Entwicklungsphase hinter sich haben, eine rundliche Form an, die oft wochenlang erhalten bleibt. In diesem stationären Stadium besteht der Fleck aus der Umbra und der sie konzentrisch umgebenden Penumbra. Neben diesen beiden längst bekannten Teilen zeigen die Zürcher Sonnenflekkenphotographien als dritten Bestandteil einen hellen, die Penumbra konzentrisch umgebenden Ring. Setzt man den Durchmesser der Umbra = 100, dann beträgt im Mittel der Durchmesser der Penumbra 242 und derjenige des hellen Ringes 338. Die Verhältnisse dieser drei Durchmesser zueinander zeigen eine kleine systematische Abhängigkeit von der absoluten Grösse des Flecks, in dem Sinne, dass bei zunehmendem Penumbradurchmesser das Verhältnis Penumbra/Umbra ab- und das Verhältnis Penumbra/heller Ring zunimmt. Die Aufnahmen wurden im Spektralbereich 3700—4000 A erhalten. Aus vier mikrophotometrischen Registrierkurven und Helligkeitsschätzungen an einer grossen Zahl von Aufnahmen ergibt sich in der Sonnenmitte für den hellen Ring eine etwa um 3 % grössere Intensität als für die umgebende Photosphäre; mit zunehmendem Abstand vom Sonnenmittelpunkt nimmt das Intensitätsverhältnis heller Ring/Photosphäre ab und beträgt in 60° Abstand noch etwa die Hälfte des Betrages im Sonnenmittelpunkt. Unter Anwendung der Schwarzschildschen Theorie des Strahlungsgleichgewichtes erhält man aus diesen Helligkeitsmessungen für die unter dem Winkel ϑ austretende Strahlung $I(\vartheta)$ und für die Ergiebigkeit $J(\tau)$ in der optischen Tiefe τ:

$$\text{Heller Ring} \begin{cases} I(\vartheta) = 0.4\,(0.98 + 1.59 \cdot \cos\vartheta) \\ J(\tau) = 0.4\,(0.98 + 1.59 \cdot \tau) \end{cases}$$

$$\text{Photosphäre} \begin{cases} I(\vartheta) = 0.4\,(1.00 + 1.50 \cdot \cos\vartheta) \\ J(\tau) = 0.4\,(1.00 + 1.50 \cdot \tau) \end{cases}$$

Es kann sich beim hellen Ring nicht etwa um die bekannten Fakkeln handeln, wie schon die Vergleichung des regelmässigen, an den Fleck anschliessenden Ringes mit den zerstreuten in unregelmässigen Formen auftretenden Fackeln lehrt. Ferner ist die Winkelabhängigkeit des Intensitätsverhältnisses bei hellem Ring und Fackeln entgegengesetzt. Aus obigen Gleichungen geht hervor, dass die den hellen Ring verursachende Temperaturerhöhung in relativ tiefen Schichten liegt. Der helle Ring ist ausnahmslos bei allen Flecken vorhanden; bei unregelmässig geformten Flecken tritt er als helle Zone auf, die die ganze Fleckengruppe umschliesst. Im visuellen Gebiet scheint der helle Ring weniger ausgeprägt zu sein als im photographischen. Exakte Bestimmung der Wellenlängen- und Winkelabhängigkeit des Intensitätsverhältnisses heller Ring/Photosphäre ist das nächste Ziel der Untersuchung. Die helle Zone stellt offenbar den „Untergrund" der Sonnenflecken dar und ist deshalb für die theoretischen Vorstellungen über die Flecken von grosser Bedeutung.

6. Max Waldmeier (Zürich). — *Sonneneruptionen und ihr Einfluss auf die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen.*

Sonneneruptionen[1] sind Gebiete der Sonnenoberfläche, an welchen die intensivsten Chromosphärenlinien in Emission auftreten. Die Grösse dieser Gebiete beträgt in Einheiten der Sonnenscheibe $2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-3}$ und die Dauer der Linienumkehrung beträgt wenige Minuten bis eine Stunde. Die Intensität der Linienemission der Eruption tritt jedoch gegen diejenige des kontinuierlichen Sonnenspektrums dermassen in den Hintergrund, dass beim Ausbruch einer Eruption die Sonnenhelligkeit keine messbare Zunahme zeigt. Anders dagegen im *UV*. Der Hauptanteil am Licht der Eruption hat der Wasserstoff. Im Gebiet von 1000 *A* liegt die Lymanserie, die ein Vielfaches der Intensität der Balmerserie liefert; anderseits ist in diesem Gebiet das kontinuierliche Sonnenspektrum (Plancksche Kurve, $T = 6000^{\circ}$) schon so schwach, dass beim Ausbruch einer Eruption, obschon diese nur etwa den 10^3ten Teil der Sonnenscheibe bedeckt, in diesem Spektralbereich eine Vermehrung der *UV*-Strahlung um grössenordnungsmässig einen Faktor 2 erfolgt.

Diese zusätzliche *UV*-Strahlung bewirkt eine Ionisationssteigerung in der Erdatmosphäre und damit Veränderungen in den Ausbreitungsbedingungen für elektromagnetische Wellen. Es sind zwei Wellenlängenbereiche, die auf die Ionisationserhöhungen durch Eruptionen empfindlich sind :

[1] Z. f. Astrophys. 16, 276 (1938).

A. In dem Gebiet der Kurzwellen (12—50 m) ist die Ausbreitung während der Dauer einer Eruption völlig unterbunden oder zum mindesten stark geschwächt. Über diesen Zusammenhang wurde früher berichtet.[1] Jene Ergebnisse werden durch das neue Beobachtungsmaterial in allen Zügen bestätigt.

B. Ein entgegengesetzter Effekt (Verstärkung) wird im Bereich von 6000—12,000 m beobachtet. Beide Effekte treten ausschliesslich auf der Tagseite der Erde auf und beginnen und enden gleichzeitig mit der Eruption. Eine Verspätung der ionosphärischen Störung gegenüber dem Beginn der Eruption oder eine Nachwirkung über das Ende der Eruption hinaus konnte nicht festgestellt werden. Die Verspätung gegenüber dem Einsatz der Eruption beträgt im Mittel beim Effekt A 1,5 Minuten, beim Effekt B 0,1 Minuten. Da aber die eizelnen Beobachtungen Verfrühungen und Verspätungen bis zu 10 Minuten ergeben (beobachtungsmässige Schwierigkeiten bei der Bestimmung des Einsatzes !), so kann man aus jenen Zahlen nur schliessen, dass zur Ausbildung des gestörten Zustandes der Ionosphäre keine merkbare Zeit benötigt wird. Eruptionen in der Sonnenmitte und solche am Sonnenrand sind für die ionosphärischen Wirkungen gleichwertig; eine Abhängigkeit von der Lage der Eruption auf der Sonnenscheibe besteht nur in dem Mass, als die Zahl der visuell beobachteten Eruptionen gegen den Sonnenrand infolge perspektivischer Verkürzung abnimmt.

7. Alfred Kreis (Chur) und Ernst Wanner (Zürich). — *Der neue Vertikalseismograph der M. Z. A.*

Ausführliche Beschreibung erscheint in den Annalen 1938 der Meteorolog. Zentralanstalt.

8. Ernst Wanner (Zürich). — *Über die Definition der Seismizität einer Gegend.*

Es wird gezeigt, dass mit Hilfe der Theorie der Wahrscheinlichkeitsansteckung[2], die Stossfrequenz in einfachen und räumlich begrenzten Schüttergebieten befriedigend dargestellt werden kann. Die Stossfrequenz wird zahlenmässig durch zwei Grössen charakterisiert, den Mittelwert h und die Ansteckung d. Für grössere Gebiete genügen zwei Ziffern im allgemeinen nicht mehr, sondern es besteht Inhomogenität, und zur Bestimmung der Frequenzkurve sind viele Parameter notwendig.

Es scheint eine negative Korrelation zwischen Ansteckung und Herdtiefe zu bestehen. Diese Vermutung stützt sich auch auf die zeitliche Verteilung der Tiefherdbeben[3] in den Jahren 1925—1930. Diese

[1] Z. f. Astrophys. 14, 229 (1937).

[2] G. Polya: Über die Statistik verketteter Vorgänge. Z. angew. Math. und Mech. 1923.

[3] Gutenberg and Richler. Bulletin of the Geological Society of America. Vol. 49, S. 249—288.

zeigen fast unabhängige Verteilung in der Zeit. Die Frequenzkurve ist schon durch eine einzige Grösse, den Mittelwert, gut bestimmt:

Bebenzahl	0	1	2	3	4	5	6	7
Zahl der Monate, beobachtet:	19	23	15	10	1	2	1	1
Zahl der Monate, berechnet:	16	24	18	9	4	1	0	0

$h = 1{,}5 \qquad \xi^2 = 2{,}2 \pm 0{,}3 \qquad d = 0{,}45$

Für alle Beben der Erde im gleichen Zeitraum findet man für den täglichen Mittelwert h, das Quadrat des Schwankungsmasses und die mittlere Ansteckung d:

$$h = 2{,}5 \qquad \xi^2 = 65{,}6 \pm 0{,}1 \qquad d = 24{,}9 \pm 6{,}0$$

Es spiegelt sich in diesen Zahlen eine bekannte Eigenschaft des Erdballes wider. Die komplizierte, mosaikartige Struktur der Erdrinde verschwindet mit zunehmender Herdtiefe. Die Struktur wird einfacher und ausgeglichener und damit auch die Seismizität des Erdballes, die sich mit ganz einfachen statistischen Gesetzen beschreiben lässt.

9. Fritz Gassmann (Aarau). — *Magnetische Messungen auf dem Mont Chemin bei Martigny.*

Der Mont Chemin, der nördlichste Ausläufer des Mont Blanc-Massives, liegt zwischen dem Rhonetal und dem Tal der Dranse. In einem Couloir und auf dem Rücken des Mont Chemin kommen Magnetitlinsen vor, die seit dem frühen Mittelalter teilweise abgebaut wurden. Der Rücken ist zu einem grossen Teil von Moräne überdeckt, und magnetische Messungen, die in den letzten Jahrzehnten ausgeführt wurden, zeigten, dass unter der Moräne noch weitere Magnetitlinsen vorhanden sein müssen.

Den Anregungen und Unterstützungen der Eidg. Zentralstelle für Arbeitsbeschaffung, der Konzessionärin des Gebietes und von Herrn Dr. h. c. Fehlmann ist es zu verdanken, dass das Institut für Geophysik der E. T. H. in den Jahren 1936—1938 Gelegenheit hatte, mit einem modernen magnetischen Variometer den Höhenrücken zu untersuchen und dadurch Lage, Form und Inhalt der schon bekannten Linsen genauer zu bestimmen und neue Linsen aufzufinden. Die geologischen Kenntnisse über das Gebiet erfahren dadurch eine wertvolle Bereicherung; überdies liegt die Untersuchung im Interesse der Arbeitsbeschaffung und der wirtschaftlichen Landesverteidigung.

Im Sommer 1936 wurde durch eine Voruntersuchung die Möglichkeit der magnetischen Vermessung des Gebietes geprüft. Es wurden dabei magnetische Störungen gefunden, die die gleiche Grössenordnung wie das normale Erdfeld besitzen, so dass eine Vermessung des Gebietes vollen Erfolg versprach. Im Sommer 1937 wurde das Gebiet, ein Streifen von 2,6 km Länge und durchschnittlich 350 m Breite, von einem Geometer mit einem regelmässigen Netz von zirka 2000 Punkten überzogen, an denen die Abweichungen der Vertikalintensität und der Horizontalintensität von ihrem Normalwerte bestimmt wurden. An Stellen mit magnetischen Störungen wurde das Netz nach Bedarf verdich-

tet. Die Messungen wurden von Herrn dipl. Ing. Hans Neuweiler mit dem magnetischen Universalvariometer Koenigsberger des Instituts für Geophysik ausgeführt. Die Registrierstreifen der Magnetischen Warte Regensberg, deren Benützung ich den Herren Direktor Mercanton und Dr. Wanner von der Meteorol. Zentralanstalt verdanke, diente zur Kontrolle der Variationen des normalen Erdfeldes. Im Sommer 1938 wurde unter Mithilfe von Herrn Professor Huttenlocher und Herrn Gilliéron noch die magnetische Suszeptibilität und der remanente Magnetismus des Erzes und der umliegenden Gesteine ebenfalls mit dem Universalvariometer gemessen.

Bei der Auswertung der Messungen mussten die Variationen der Temperatur und die Variationen des normalen Erdfeldes berücksichtigt werden. Auch konnten in dem teilweise recht abschüssigen Gelände die Einflüsse der Topographie nicht vernachlässigt werden. Überdies zeigte sich, dass sowohl mit induktivem, wie remanentem Magnetismus zu rechnen war, wobei der letztere nicht überall der Richtung des heutigen Erdfeldes entspricht.

Die Ergebnisse der gesamten magnetischen Vermessung werden in nächster Zeit von der Geotechnischen Kommission der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft veröffentlicht werden.

10. Rudolf Streiff-Becker (Zürich). — *Eisbewegung im Firn und Gletscher und ihre Wirkung.*

Die Zürcher Gletscherkommission führt seit 23 Jahren am Claridenfirn Messungen aus, welche zu neuartigen Ergebnissen geführt haben. Wir stellten im Zeitraum von 1916 bis 1936 u. a. fest :

Mittl. jährl. Niederschlag in Auen-Linthal, 850 m ü. M.	1622 mm
Mittl. jährl. Niederschlag Totalisator Geissbützistock, 2720 m	3474 mm
Spezif. Gewicht einjährigen Firnes	0,58
Spez. Gewicht zehnjährigen Firnes	0,70
Beim Messpunkt auf dem Claridenfirn in 2900 m ü. M.:	
Mittl. jährl. Firnüberschuss	3,167 m
Mittl. jährl. Oberflächengeschwindigkeit des Firns . .	14,2 m
Einzugsgebiet bis zum Querschnitt unter dem Messpunkt	1,089,200 m²
Mutmasslicher Querschnitt unter dem Messpunkt . . .	68,000 m²

Der aus Einzugsgebiet und Firnüberschuss ermittelte jährliche Firnzuwachs beträgt rund 3,100,000 Kubikmeter. Dieses Quantum wird durch die Neueinwinterung der weiteren Verdunstung oder Abschmelzung entzogen und muss unter allen Umständen durch den Querschnitt unter dem Messpunkt durchfliessen, wenn die Lage des Fixpunktes über dem Meeresspiegel unverändert bleiben soll. Die gemessene jährliche Bewegung des Firnstromes an der Oberfläche von 14 m, multipliziert mit dem Querschnitt beim Messpunkt ergeben nur ein Durchflussquantum von 952,000 Kubikmetern anstatt der erforderlichen mehr als drei Millionen.

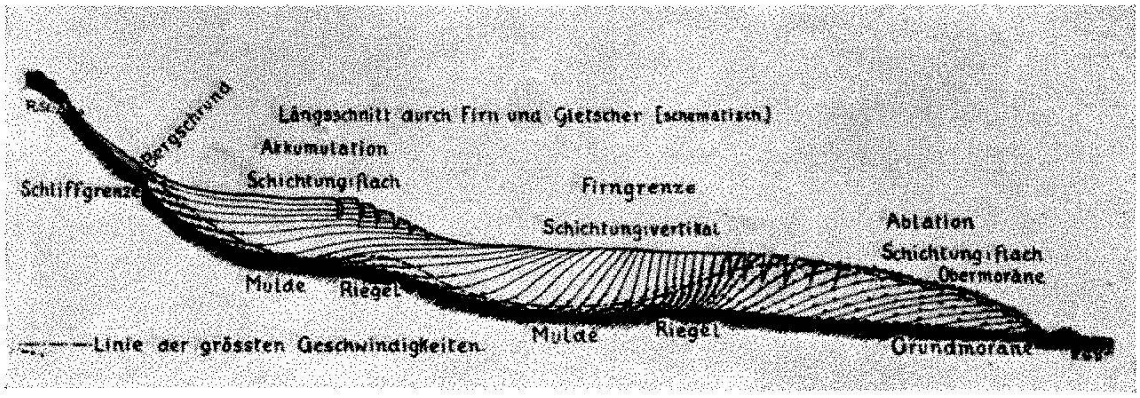
Wir sind also gezwungen anzunehmen, dass irgendwo im Querschnitt unter dem Messpunkt eine viel grössere Geschwindigkeit herrschen muss, als oberflächlich festgestellt ist. Zwei Hauptgründe sprechen dafür, dass diese grössere Geschwindigkeit in der Tiefe der Firnmasse vorkommen müsse, weil dort der Schweredruck am grössten ist, und die zur Beweglichkeit nötige Feuchtigkeit als Schmiermittel vorhanden ist. Die Feuchtigkeit wird auf dreierlei Art erzeugt: Durch Druckschmelzung, durch Umsatz von Bewegungsenergie in Wärme, und durch die Erdwärme. Wasserzusatz befähigt rauhe Erd- und Schuttmassen zum Fliessen, im Silo bewegen sich sogar trockene Fördergüter unter dem Einfluss der Schwerkraft, wie z. B. Getreide, Kohle, Schotter auch ohne Schmiermittel, um so eher muss auch schwach schmelzender Firn fliessfähig sein. Schon geringe Feuchtigkeit im Verband mit feinstem Gesteinsmehl oder kosmischem Staub erzeugen ein kolloides Schmiermittel, das die rundlichen Firnkörner befähigt, langsam aneinander vorbei zu reiben und zu rollen.

Unsere Messungen haben zu Ergebnissen geführt, welche zusammengefasst und auf Grund anderer Beobachtungen gedeutet werden dürfen, wie folgt:

1. Im Firngebiet kommt die grösste Fliessgeschwindigkeit in der Tiefe vor, im Gegensatz zum Gebiet der Gletscherzungen, wo meistens die grösste Geschwindigkeit nahe der Oberfläche gemessen wird.
2. Der Firn fliesst im Winter schneller als im Sommer, im Gegensatz zum Gletscher, der seine grösste Geschwindigkeit im Vorsommer erreicht, die kleinste im Winter aufweist.
3. Die Änderung der Firnschichtung, welche von der flachen Lagerung im Firnbecken bis zur Steilstellung an der Firngrenze übergeht und weiter talwärts wieder flacher wird, ist bedingt durch den Verlauf der grössten Fliessgeschwindigkeit, welcher die Form des liegenden ∽ hat, d. h. im Querschnitt des Firngebietes untertaucht, im Querschnitt der Gletscherzunge wieder nahe an die Oberfläche kommt.
4. Die Umwandlung vom kleinen Firnkorn zum grösseren Gletscherkorn findet auf diesem „Tauchweg“ statt. An der Firngrenze erscheint das halberwachsene Gletscherkorn wieder an der Oberfläche.
5. Die infolge von Spannungsdifferenzen zwischen starren oberen und plastischen unteren Teilen des Eiskörpers auftretenden Spalten durchreissen die Firnschichten senkrecht, unabhängig von deren Stellung zur Horizontalen. Da der Vorgang des Öffnens und Schliessens von Spalten während dem Tallauf sich wiederholen kann, kreuzen sich am Gletscherende blaue und weisse Bänderungen mit dunklen Schichtfugen in allen erdenklichen Winkeln.
6. Die Schwankung in der *Be*lastung der plastischen Firnmasse durch Neuschnee, oder *Ent*lastung durch Ablation, erzeugt eine

Wellenbewegung, welche sich durch Niveauschwankungen unter günstigen Umständen bis zum Gletscherende geltend machen, und dort Vorstösse oder Rückzüge bewirken.

7. Die Bildung von Karmulden und Riegeln scheint im Zusammenhang mit dem S förmigen Verlauf der grössten Eisgeschwindigkeit zu stehen, dem auch das erodierende Gesteinsmaterial grösstenteils folgt.



Wenn ein Firnfeld von überragenden Felsen umrahmt ist, gelangt abwitterndes, scharfkantiges Gesteinsmaterial durch den Bergschrund bis zum Untergrund und schrammt diesen zur Karmulde aus. Wo dagegen ein Firnfeld auf freier Höhe sich bildet, also kein Gesteinsmaterial durch den Bergschrund zum Untergrund gelangen kann, unterbleibt auch die Sohlenschürfung, und wir sehen anstatt einer Mulde, einen allseitig konvexabfliessenden Firn als Firnbuckel.

Wo durch ein Hindernis das Eis sich zu grösserer Höhe aufstauen muss, wird das anschwellende Eis in der Tiefe durch vermehrten Schweredruck fliessfähiger und weicht schneller aus als oben. Wo es dagegen seichter ist, bleibt es bei vermindertem Druck starrer, die Bodenreibung ist grösser, und die Linie grösster Fliessgeschwindigkeit steigt wieder zu den oberflächennahen Schichten empor. Dieser Wellengang der Linie grösster Eisgeschwindigkeit im Innern des Eiskörpers verstärkt die Muldenbildung unter der grössten Eisdicke durch die relativ hohe Geschwindigkeit des reibenden Materials am Grund des Wellentales, verschont dagegen die Schwelle unter der seichten Stelle, an welcher das reibende Material zum Teil stecken bleibt, zum anderen Teil mit dem dem Gipfel des Wellenberges zustrebenden Eis nach oben geführt wird.

Die sporade Bildung von Karmulden, Seebecken und Riegeln scheint hiermit erklärbar. (Ausführlicher in Zeitschrift f. Gletscherkunde 1938, „Zur Dynamik des Firneises".)

11. Jakob Schneider (Altstätten, St. Gallen). — *Zur Diskussion über die Ursache des Meteorleuchtens.*

Neben dem Erhitzungsleuchten, das wir letztes Jahr in Genf behandelten, steht die Theorie eines Aufpralleuchtens, Kaltleuchtens. Die

mit kosmischer Geschwindigkeit eilende Meteormasse rege durch Anprall die Luftmoleküle zum Leuchten an, selbst kalt bleibend. Es leuchten also nicht die Meteormassen, sondern die von ihr getroffenen Luftmoleküle. Hierzu :

I. Das Aufpralleuchten muss schon in der höchsten Atmosphäre beginnen, weil dort wegen der maximalen Meteorgeschwindigkeit die Luftmoleküle mit maximaler Energie erschüttert werden. Sternschnuppen und Meteore beginnen aber meist erst zu leuchten unterhalb 300 km. Beim Erhitzungsleuchten ergibt sich letzteres notwendig, weil es eine lange Reibungsstrecke voraussetzt.

II. Eisen- und Steinmeteoriten haben eine Schmelzrinde. Beim Kaltleuchten kann keine entstehen.

III. Explosives Sprengen der Meteormassen, das oft vorkommt, kann sich bei Kaltleuchten nicht ereignen.

IV. Aufgelöstwerden, Verschwinden der Sternschnuppen infolge Verdampfens der Massen ist bei Kaltleuchten unmöglich.

V. Entwicklung glühender Dämpfe, als einfache oder geperlte Schweife sichtbar, setzt Schmelzhitze voraus; bei Kaltleuchten ausgeschlossen.

VI. Knisterndes Funkensprühen, das ich in Altstätten hörte und sah bei einem Meteor, das am 27. Februar 1928 zwischen dem Ruppen und mir in etwa 200 m Distanz vor mir vorüberfuhr mit geringerer als Geschosskugelgeschwindigkeit, kann sich bei Kaltleuchten nicht ergeben. — „Schnell, in unregelmässigen Abständen aufeinanderfolgende Explosionen mit ausschlagenden Flammen“ sah L. Schloss am 11. März 1928 bei einem Meteor, das er im Fernrohr beobachtete.

VII. 19. Oktober 1936 erhielt die Sternwarte Upsala das Spektrum eines Meteors mit Kalziumlinien und einer Eisenlinie, die vermessen wurden. Ein am Hamburger Lippert-Astrographen eingezeichnetes Spektrum eines Meteors, das gleichzeitig auch ohne Objektiv prima photographisch erhalten wurde, ergab : „Das Meteorspektrum erinnert stark an das Bogenspektrum des Eisens bei geringer Dispersion. Ein Vergleichs-Eisenspektrum zeigt gute Übereinstimmung der Bänder, wenn auch die Intensitätsverhältnisse etwas abweichen.“

Nur glühende Meteor- oder Sternschnuppenmassen geben Eigenlicht. Ein Luftmolekül-Spektrum ist kein Meteorspektrum und ermöglicht nicht die Unterscheidung der Meteore unter sich.

12. Jakob M. Schneider (Altstätten, St. Gallen). — *Zur quartären Temperaturkurve nach Spitaler gegen Milankowitsch.*

Die Kurve Spitaler ergibt während den letzten 750,000 Jahren fünf Eiszeitvorstösse. Die Kurve Milankowitsch im gleichen Zeitraum 12 Eiszeitvorstösse. Wiederholt verzeichnen also für die gleiche Periode Spitaler wärmste Zwischeneiszeit und Milankowitsch kälteste Eiszeit. — Pilgrim stellte ein weiteres Kurvensystem auf, um bestimmte Unzulänglichkeiten zu vermeiden. Zu den zwei Kurven Milankowitsch und Pilgrim sagte Eberl, vielerfahrener Glazialgeologe : „An und für sich

Wärmemaxima vor Jahren		Eiszeitenmaxima	
Spitaler	Milankowitsch	Spitaler	Milankowitsch
50,000	60,000	100,000	22,000
150,000	83,000	200,000	72,000
260,000	104,000	470,000	115,000
350,000	128,000	570,000	138,000
420,000	170,000	750,000	188,000
520,000	199,000		232,000
620,000	220,000		433,000
700,000	293,000		475,000
790,000	333,000		548,000
usw.	usw.		590,000
			683,000
			719,000
			usw.

sagt in den beiden Gliederungen kein einziger Anhaltspunkt, welche die richtige ist.“ Es sind eben alle Sonnenstrahlungskurven für die Vergangenheit meteorologisch, teils auch astronomisch, sehr unsicher. Eberl steht gleichwohl zu Milankowitschs, „weil ihr allein eine vollständig parallele glaziale Ablagerungsserie entspricht“. Spitaler selbst schreibt: „Es können nur die Glazialgeologen zwischen unserer Chronologie und der von Köppen-Milankowitsch entscheiden.“ Weil aber auch Eberls glaziale Ablagerungsserie aus dem Lech-Illergebiet weder parallel mit M. noch an sich bruchlos ist, so ist sie für Milankowitsch eine brüchige Stütze. Man muss ausser den Eiszeitablagerungen, die oft verschieden beurteilt werden, auch die warmen Zwischenzeiten nach Dauer und Verlauf und als ausschlaggebende Zeugen für wechselnde Klimaperioden den Wechsel von Flora und Fauna mitberechnen. Die Kurve aus dem Wechsel dieser natürlichen Zeugen widerspricht den Resultaten aus e, Π und ε bei jedem System.

Ausführlich in: Helvetica Physica Acta, Basel 1938.

13. Christian Thams (Davos). — *Zur Vergleichbarkeit der Abkühlungswerte.*

An Hand von Untersuchungen über die Abkühlungsgrösse, die am Observatorium Davos mit Frigorimetern gemacht wurden, wird die Frage diskutiert, inwieweit Messungen der Abkühlungsgrösse (in mcal/cm² sec) an verschiedenen Orten miteinander vergleichbar sind. Die instrumentelle Genauigkeit der Frigorimeterangaben ist, verglichen mit den durch klimatische Verhältnisse verursachten grossen Schwankungen und Unterschieden der Abkühlungsgrösse, recht gut. Schwierigkeiten beim Vergleich entstehen durch die Veränderung des Absorptionsvermögens der Oberfläche der Frigorimeterkugel, sowie durch die Tatsache, dass der Abkühlungskörper unter gewissen klimatischen Verhältnissen auch ohne künstliche Wärmezufuhr höhere Temperaturen als die Bezugtemperatur (36,5°) annehmen kann.

Nach Beseitigung der instrumentellen Schwierigkeiten ist das Problem der Vergleichbarkeit nurmehr noch ein Problem der Aufstellung der Frigorimeterkugel. Hier stehen sich zwei Ansichten gegenüber: Entweder eine möglichst freie Aufstellung, so dass Wind, Temperatur und Strahlung ungehindert auf die Kugel einwirken können, oder eine Aufstellung dort, wo die Menschen sich wirklich aufhalten (Strasse, Park, Garten usw.).

W. Mörikofer liess von August 1935 bis Oktober 1937 am Observatorium Davos Parallelregistrierungen mit zwei Frigorimetern in verschiedenen Aufstellungen vornehmen. Aufstellung 1: Dach des Observatoriums, ca. 10—12 m über dem Boden; Aufstellung 2: Wiese in der Nähe des Instituts, geschützte Lage durch Häuser in weiterer Umgebung und lichten Tannenbestand (Kugel 1,65 m über dem Boden). An beiden Orten wurde auch die Windgeschwindigkeit in unmittelbarer Nähe der Frigorimeterkugel registriert. Ergebnisse der Untersuchung: Im Mittel ist die Abkühlungsgrösse während der Untersuchungsperiode auf dem Dach 18 % grösser als auf der Wiese. Die Differenzen sind während des Tages weit grösser als während der Nacht (von 8—18 Uhr 35 %, von 18—8 Uhr 10 %). Auch zeigen die Sommerwerte grössere Differenzen als die Winterwerte. Die Ursachen dieser Unterschiede sind in der Hauptsache folgende: Einerseits wird die Abkühlungsgrösse auf der Wiese verkleinert durch die stark herabgeminderte Windgeschwindigkeit, durch die Reflexstrahlung des Schnees (Albedo 50—90 %) und durch die bei Tage zeitweise höhere Lufttemperatur, andrerseits wird sie vergrössert durch den geringeren Strahlungsgenuss (Horizontabschirmung) und durch die bedeutend tieferen Lufttemperaturen im Winter über der Schneeoberfläche.

Aus den Parallelregistrierungen der Abkühlungsgrösse 1935—1937 geht hervor, dass auf kleinem Raum bedeutende variable Unterschiede der Abkühlungsgrösse auftreten können und dass somit die Aufstellung eine ausschlaggebende Rolle spielt. Für die Wahl der Aufstellung entscheidend ist, was für Klimabedingungen durch die Abkühlungsgrösse erfasst werden sollen. Nur bei genauer Berücksichtigung der Aufstellungsverhältnisse hat ein Vergleich von Abkühlungsgrössen in klimatischer Hinsicht Bedeutung und Wert.

14. Walter Mörikofer (Davos). — *Erfahrungen mit einem einfachen Strahlungsintegrationsinstrument (Destillationsaktinometer Bellani).*

Das vor über 100 Jahren von dem italienischen Physiker P. Angelo Bellani angegebene Destillationsaktinometer (Lucimeter) wurde auf Wunsch der Internat. Agrarmeteorologischen und der Strahlungskommission am Observatorium Davos durch die Herren Ing. Casparis und Dr. Eckel einer kritischen Prüfung unterworfen, und es hat sich dabei gezeigt, dass das Instrument wesentlich zuverlässiger sein dürfte, als im allgemeinen angenommen wird. Das ganz aus Glas bestehende Aktinometer enthält in einer luftleeren Hohlkugel, die aus farblosem

oder gefärbtem Glas bestehen kann, eine gewisse Menge Alkohol. Erwärmt sich durch Bestrahlung dieser Alkohol, so steigt der Dampfdruck über seiner Oberfläche und der Alkohol destilliert durch eine aus der Hohlkugel hinausführende Röhre in ein in cm^3 kalibriertes senkrechtes Glasrohr. Die Menge des Destillats ist ein Mass für die von Beginn der Exposition bis zur Ablesung auf die Kugel aufgefallene Strahlungsenergie. Auf Grund seiner Konstruktion eignet sich das Instrument nicht zur Bestimmung von Momentanwerten der Strahlung, sondern lediglich von mehrstündigen oder Tagessummen.

Wichtig ist ein gutes Luftvakuum in der Alkoholkugel, da sonst die Empfindlichkeit des Instruments abnimmt. Der Kalorienwert eines cm^3 Destillat ist nicht konstant, sondern das Instrument wird um so unempfindlicher, je höher der Alkoholstand im Messrohr ist. Doch kann die Empfindlichkeitskurve genau bestimmt und eine entsprechende Korrektion an jeder Ablesung angebracht werden. Im Winter scheint das Lucimeter etwas unempfindlicher zu sein als im Sommer. Durch ein geeignetes Eichverfahren lassen sich Lucimeter in cal/cm^2 eichen, so dass die Beobachtungsresultate mit denen anderer Instrumente vergleichbar werden.

Die Vorzüge des Lucimeters bestehen darin, dass seine Handhabung leicht und sein Preis niedrig ist und dass es, was für manche Zwecke sehr wertvoll ist, nicht Momentanwerte liefert, sondern selbsttätig integriert und so Tagessummen gibt. Wo eine Unsicherheit von etwa 10 % nicht störend ist, also vor allem für Zwecke der Biologie, der Oekologie und der Agrarmeteorologie, dürfte sich somit seine Verwendung empfehlen.

15. Pierre Berger (Genève, SCSM). — *De la mesure des altitudes.*

La détermination de l'altitude atteinte par un aéronef volant à 150—200km/h. ou plus, présente un certain nombre de difficultés techniques.

Pour mesurer la pression ambiante à bord d'un aéronef en vol, à cause du spectre aérodynamique qui provoque de notables sur — ou sous — pressions locales, il est nécessaire d'utiliser une prise statique.

Celle de Prandtl étant d'un emploi très délicat — de grosses erreurs apparaissent, si son axe forme un angle supérieur à 10° avec la direction du courant d'air — la Commission d'Aérologie (CA) de la Fédération Aéronautique Internationale (FAI), a obtenu la mise au point de deux autres prises statiques d'un usage plus aisé.

La première dérive de l'anémoclinomètre de l'Institut de Mécanique des Fluides de Lille. La précision est de 1—2% de la pression dynamique à l'intérieur d'un cône de révolution de 45° d'ouverture, dont l'axe coïncide avec celui de la prise statique.

La deuxième se compose d'un cône combiné à un disque. La précision est de 2 % de la pression dynamique à l'intérieur d'un cône de 60° d'ouverture défini comme le précédent.

La fabrication des capsules anéroïdes présente de grandes difficultés et ne permet pas de les compenser à coup sûr; pour éviter les travaux fastidieux de restitution, si les capsules ne sont pas compensées, la CA exige dans ce cas que les barographes employés pour déterminer les records d'altitude soient placés à l'intérieur d'un caisson thermostatique.

De mesures toutes récentes, effectuées à la soufflerie d'un laboratoire aérodynamique, il ressort que la température enregistrée est normalement en retard de 1—2° sur la température ambiante, si la vitesse ascensionnelle est de 10 m/sec et si le gradient thermique vertical est de 6 degrés/km. Les difficultés pour mesurer des pressions et des températures exactes, les conditions rigoureuses de vérification et d'étalonnage des appareils et le temps nécessaire pour calculer les altitudes tranche par tranche, ne se justifient que s'il s'agit d'un record de hauteur ayant une valeur réelle.

Pour déterminer les records nationaux, qui ne présentent qu'un intérêt local et relatif, il est évident que la méthode précédente est trop compliquée.

Une simplification proposée a été de ne mesurer que la pression au point culminant de la trajectoire et de la convertir en une altitude fictive; cette solution est erronée. D'après les résultats des ascensions aérologiques internationales de 1932, à 3000 m, la pression varie de 650 mb à 733 mb; elle présente une fréquence maximale entre 700 et 710 mb; d'après la table FAI de convertion des mb en m, à cette altitude, la pression supposée ne coïncide pas avec le maximum de fréquence.

Si une tolérance assez importante est admise, il est facile de calculer approximativement les altitudes en traduisant en mètres — à l'aide d'une table standard — la différence des pressions mesurées au sol et au point culminant de la trajectoire.

16. Max Bider (Binningen). — *Vergleich der Registrierungen des Maurerschen Heliochronographen und des Campbell-Stokesschen Autographen.*

An der Astronomisch-meteorologischen Anstalt der Universität Basel wurde 1929—1937 gleichzeitige Registrierungen der Sonnenscheindauer mit dem Maurerschen Heliochronographen (M) und dem Campbell-Stokesschen Autographen (C) durchgeführt und ausgewertet. In der Jahressumme ergab M im Durchschnitt der neun Jahre einen Überschuss von 32 Stunden über C. Im Jahresgang zeigten sich die grössten Überschüsse in den Monaten März und September, während in den Hochsommermonaten Juli und August M eine geringere Sonnenscheindauer als C ergab. Im Tagesgang zeigten die frühen Morgen- und Abendstunden die grössten Überschüsse von M über C, während in den Mittagstunden speziell der Hochsommermonate die Werte C durchweg grösser waren als diejenigen von M. Am anschaulichsten lassen sich diese Verhältnisse darstellen, wenn man die Differenz M—C in

Prozenten der Sonnenscheindauer M ausdrückt und deren Abhängigkeit von der Sonnenhöhe untersucht, es ergeben sich dann folgende Werte :

Sonnenhöhe :	0°-5°	5°-10°	10°-15°	15°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-50°	50°-60°	60°
Prozente :	52	19	8,8	3,5	0,7	-0,5	-2,1	-4,2	-5,0

Diese Tabelle bringt zum Ausdruck, dass M empfindlicher ist als C, dass aber C bei Sonnenhöhen von über 30° grössere Werte ergibt als M, was auf die bekannte Erscheinung des Überbrennens zurückzuführen ist. Eine Untersuchung der wolkenlosen Tage ergab, dass die Registrierungen von M im Mittel dieser Tage um 0,33 Stunden grösser sind als diejenigen von C, wobei der Betrag in den Übergangsmonaten auf 0,51 Stunden ansteigt, weil in diesen Monaten die etwas überragenden Streifen von C in den frühesten Morgen- und den spätesten Abendstunden am stärksten stören. Die ersten Spuren der Registrierungen von M lassen sich im Mittel bei einer Sonnenhöhe von 5° feststellen, diejenigen von C bei Sonnenhöhen von 5,5°—6,5°, in den Übergangsmonaten bei 7°—7,5°. Ein Vergleich mit gleichzeitigen Registrierungen der Intensität der Sonnenstrahlung ergab, dass die Registrierungen von M bei einer Intensität von 0,20 gr.cal/cm²min. beginnen, diejenigen von C bei 0,30 gr.cal/cm²min., wobei für beide Apparate die Sommerwerte etwa 10—20 % niedriger sind als diejenigen im Winter. Über weitere Ergebnisse dieser Untersuchungen wird an anderer Stelle ausführlicher berichtet.

17. P.-L. Mercanton (Zurich). — *Un pluviomètre aérodynamiquement neutre.*

L'ouverture horizontale d'un récepteur de précipitations recueillera correctement celles-ci, dans le vent, si :

1° le courant d'air est laminaire sur l'ouverture;
2° l'instrument n'engendre, par sa propre présence, aucune composante verticale vers le haut ou vers le bas, des filets d'air balayant la dite ouverture;
3° la précipitation captée n'est faussée ni par le rejaillissement des gouttes de pluie atteignant l'instrument autour de l'ouverture, ni par le balayage dans celle-ci de la neige ayant atterri alentour;
4° nul dépôt éventuel de neige ou de givre sur l'appareil ne peut venir contrarier sa neutralité aérodynamique.

J'ai fait construire et j'expérimente actuellement à la Station centrale suisse de Météorologie un pluviomètre dont l'ouverture forme la calotte polaire supérieure d'un ellipsoïde de révolution autour de son petit axe vertical (petit axe 35 cm, grand axe 60 cm). Le pluviomètre, en tôle zinguée, est porté au-dessus du sol par un trépied en tubes de fer. Deux dispositifs complètent le nouvel engin : pour empêcher l'effet, illicite, du rejaillissement de la pluie tombée autour de l'ouverture, une collerette ajourée entoure celle-ci, sans troubler le champ aérodynamique d'ailleurs; un chauffage élimine la neige qui stationnerait sur

l'ellipsoïde ou qui, reprise par le vent après son dépôt, serait entraînée dans le pluviomètre. Des essais faits à l'Institut aérodynamique de l'E. T. H. par M. de Haller ont montré ceci : Pour des vents uniformes de 5 à 25m/sec. : *a)* les filets d'air passent bien horizontalement sur la bouche du pluviomètre; ils n'ont aucune composante verticale. *b)* Le décollement du flux aérien et la turbulence se produisent à bonne distance en arrière de l'ouverture. *Le nouvel engin satisfait donc complètement à la condition de principe d'être « neutre aérodynamiquement » dans un flux laminaire horizontal.* Avec une ascendance de 6° et une vitesse de 10 m/sec. la zone de décollement des filets d'air reste encore bien en arrière de l'ouverture. La nécessité malheureusement onéreuse d'un chauffage hivernal limite évidemment le rôle du nouvel instrument à celui d'appareil de comparaisons. Nous espérons en obtenir, dans un champ d'expériences bien conditionné, des facteurs de réduction pour les instruments actuels.

Les premiers essais du nouvel engin sont très encourageants.

18. P.-L. Mercanton (Zurich). — *Présentation d'un film de la crue du Glacier supérieur du Grindelwald.*

Lors de la dernière crue du Glacier supérieur du Grindelwald (1914 à 1924), la Commission S. H. S. N. des Glaciers, donnant suite à une suggestion du regretté de Quervain et, par ses soins aussi, a fait prendre quotidiennement, de quelques points fixes aux abords du glacier, dans des directions fixes aussi, avec toujours le même appareil, des photographies du front. Groupées en un film après sélection et après un ajustement très laborieux, ces vues ont fourni une image « à l'accéléré » de l'avance des glaces sur le terrain et de leurs modifications. L'impossibilité d'obtenir des photographies assez fréquentes et surtout assez équidistantes dans le temps a malheureusement imprimé à la figuration cinématographique de la crue un caractère saccadé qui n'existe pas au naturel. L'ablation introduit en outre une apparente contraction et un évanouissement progressif des masses glacées durant leur descente ce qui, à première vue, déconcertent. Néanmoins ce document, unique d'ailleurs en son genre, est instructif et mérite l'attention en dépit de son imperfection. On ne voit guère d'ailleurs comment faire beaucoup mieux à cause des changements d'éclairage que la saison, l'heure et les conjonctures météorologiques entraînent inévitablement.

19. P.-L. Mercanton (Zurich). — *Ce que l'avalanche peut enseigner au météorologiste.*

Les modalités intimes de la pénétration dans l'air du secteur chaud d'une dépression d'air à plus basse température, qui constitue l'avance du « front froid », sont mal connues encore. On ne peut en effet les observer que du sol, alors qu'il faudrait pouvoir pénétrer dans le sein des masses nuageuses qui caractérisent la ligne de grains avec ses

manifestations orageuses et ses tourbillons. Le recours à l'expérimentation (introduction d'un liquide lourd dans un liquide léger), s'il fournit quelques indices, est insuffisant surtout parce que ces fluides ne sont pas compressibles.

En examinant certaines photographies d'avalanches poudreuses descendant de très haut avec une grande vitesse sur un fond de vallée plat, on recueille de précieuses informations (Nanga Parbat 1932, Merkell; Mont-Rose, Ritschard 1933). On constate en effet que la masse en avançant se limite antérieurement par une véritable muraille verticale surmontée d'une quantité de pointements arrondis ayant l'aspect de têtes de cumulus (A-Cu castellatus). Or de l'air chargé de poussière de neige constitue, par rapport à l'air pur, précisément un fluide plus dense. Il suffit qu'un m^3 de cet air puisse déposer sur un m^2 un millimètre de neige pour que son accroissement de densité par rapport à celui de l'air pur à la même température soit du même ordre que si l'on refroidissait ce dernier d'une dizaine de degrés; or l'abaissement de température au passage d'un front froid n'atteint que rarement cette grandeur. L'avance de la masse se fait partiellement, à l'instar d'un tourbillon venant heurter une paroi résistante; il tend, on le sait, à s'étaler le long de celle-ci. Ajoutons que des aspects semblables sont présentés également par l'air chargé des poussières d'un éboulement rocheux (Windgälle 1936, Oechslin).

20. Friedr. Schmid (Oberhelfenswil). — *Eine grossartige Fata Morgana auf dem Suëskanal.*

Luftspiegelungen sind in der meteorologischen Optik längst bekannt, auch wenn sie für den einzelnen Menschen wohl selten sind. Die Entstehung der verschiedenen Variationen ist in der Meteorologischen Optik von Pernter und Exner S. 109—188 wissenschaftlich ausführlich behandelt, so dass wir uns hier mehr auf den reinen Verlauf einer sehr ausgedehnten Luftspiegelung beschränken möchten.

Auf meinen Reisen um Afrika und um die ganze Erde in den Jahren 1931/32 und 1932/33 sah ich die Westküste von Afrika und von dieser besonders die Küste von Guinea und Angola wiederholt um 2—3 Grad über dem Meeresspiegel schwebend. Auf den Sandflächen der Walfischbai, der arabischen Wüste und auch auf der australischen Steppe zeigten sich mehrmals vorgetäuschte Seen. Nach dem arabischen Spruche stürzt sich der auf Wasser hoffende Wüstenwanderer in das täuschende Bild des Serab. Nach Meidane erklären sich diese vorgetäuschten Seen als einen wässerigen Dunst auf der Wüste, also eine Art Bodennebel. Dies schliesst aber nicht aus, dass auch tatsächlich Spiegelungen ferner Wasserflächen möglich sind.

Alle diese Beobachtungen standen aber weit zurück hinter der gewaltigen Fata Morgana, die ich am 22. März 1933 auf dem Suëskanal bewundert habe. Über die meteorologischen Verhältnisse dieses Tages gebe ich folgende Anhaltspunkte : Der Himmel war über den ganzen

Tag wolkenfrei. Seine Farbe taxierte ich nach der Ostwalt-Linke'schen Farbenskala auf 10 (tiefstes Blau 14). Die atmosphärische Korona hatte nach den starken Sandtrübungen der Luft auf dem Golf von Aden mit 20 Grad Durchmesser ein Minimum erreicht. Sie war weiss und schwach, ohne innere Korona. Die übrigen meteorologischen Aufzeichnungen verteilten sich auf 6 Uhr, 12 Uhr und 18 Uhr wie folgt: Temperatur 17°, 22° und 18° C. Luftdruck 764, 765 und 765 mm. Relative Feuchtigkeit 70, 45 und 65 %. Schwacher Nordwind. Der 22. März gehörte zu den klarsten Tagen meiner Reise um die Erde.

Unser Schiff fuhr morgens in den Suëskanal ein. Zirka 15 Uhr bemerkte ich rund 6 Grad über dem Westhorizont eigenartige strich- und segelartige Gebilde. In meinem achtfachen Prismenglase entrollte sich der wunderbare Anblick von ganzen Segel- und Mastenreihen. Dazwischen lagen auch einzelne oasenartige Formen und mehrere ganze Segelschiffe. Wo im Vordergrunde gegen den Horizont Wüste lag, wurde eine zitternde Wasserfläche vorgetäuscht. An einzelnen Stellen zeigten die Segel deutliche Bewegung. Sie fuhren auseinander und gegeneinander. Teilweise bildeten die Segel längere geschlossene Reihen oder überdeckten sich sogar leicht in ihrer unteren Breitfläche, wie wenn man durch ein geripptes Glas sehen würde. Auch Masten mit aufgebundenen Segeln, lose und straffer gezogen, waren deutlich sichtbar. Eine eigenartige Form möchte ich am ehesten als ausgespannte Fischernetze ansprechen. Die meisten Segel zeigten nach unten das umgekehrte Spiegelbild, andere Formen wieder nicht. Ihre Zahl vermehrte sich zusehends. Um 15 Uhr 30 Min. zählte ich 139 Segel, 23 ganze Segelboote, 21 Masten mit aufgebundenen Segeln, 17 vermutliche Fischernetze mit Stangen und 4 Oasen. Ihre Zahl vergrösserte sich noch weiter, und die Bilder waren im Feldstecher fast strichscharf. Im Nordwesten hoben sich nun deutlich auch zwei Leuchttürme in der Luft ab; ein Dorf wurde sichtbar. Die ganze Bilderreihe war südlich und nördlich von rätselhaften ovalen Wölklein eingefasst, die in Reihen in der Spiegelebene lagen. Ihre Grösse und Abstände verkleinerten sich streng perspektivisch gegen aussen. Diese Wölklein zeigten im Fernglas eine übereinstimmende exzentrisch-schalenartige Struktur mit gelblichem Kern, der nach den Spiegelbildern gedrängt war. Nach aussen folgten rötliche und bräunliche Töne, und die Umhüllung war mehr grau. Nun wurden diese Wolkenreihen auch auf der Ostseite sichtbar und schlossen zwei in den Lüften schwebende Sandhügel ein. Im Nordosten erschien ein dritter Leuchtturm und schliesslich im Norden eine ganze Stadt. Es war Port Said, das sich zuerst in den Lüften ankündete. Deutlich erkannte man im Feldstecher an den Häusern ganze Fensterreihen und auch Türen. Allmählich senkte sich Port Said auf den Horizont und um 17 Uhr 30 Min. fuhr unser Schiff in den Hafen ein.

Aus allen Beobachtungen muss der Schluss gezogen werden, dass die Spiegelbilder im Westen von verschiedenen Distanzen stammten; denn es fällt auf, dass die umgekehrten Bilder nach unten nicht überall

zu sehen waren. Vermutlich ist gegen Westen das ganze Nildelta zur optischen Wirkung gekommen. Die Segelreihen, teilweise ineinander geschachtelt, legen den Schluss nahe, dass in den untersten Atmosphärenlagen nicht nur horizontale, sondern auch schroffe vertikale Schichtungsgrenzen vorhanden gewesen sind.

Merkwürdigerweise blieb diese herrliche Fata Morgana, die ja allerdings nur im Fernglas zur vollen Wirkung kam, von den Passagieren unbeachtet. Sie ruhten unter den Sonnensegeln in ihren Liegestühlen auf dem ersten Deck, spielten, unterhielten sich sonst oder liessen ihre Reisephonographen laufen. Ich befand mich allein auf dem zweiten Deck, um den ganzen Verlauf ungestört verfolgen zu können. Zwei bei mir vorbeigehende Schiffsoffiziere machte ich allerdings auf die Erscheinung aufmerksam. Der alte Schiffskommandant erklärte mir am folgenden Tage, ich hätte viel Glück gehabt. Man könne 10 oder 50 Jahre durch den Kanal fahren, bis man wieder einmal eine so grossartige Fata Morgana sehe.

21. F. W. Paul Götz (Arosa). — *Spektren des Nordlichts vom 25. Januar 1938.*

Die wunderbare Nordlichtentfaltung des 25./26. Januar 1938 wurde für ihren Verlauf in Arosa schon an anderer Stelle[1] kurz schematisiert: am Nordhorizont das Grün ruhiger homogener Bögen, aus denen weisse Draperien[2] aufschossen; im übrigen aber vor allem diffuse Flächen flammenden Rots, nach Süden etwa begrenzt durch den Vertikalkreis ENE über Zenit zum WSW-horizont. Da in dem um 11 Breitengrade südlicheren Sousse in Tunis[3] das Nordlicht noch auf etwa 20° über den Nordhorizont anstieg, kann als durchschnittliche Höhe der roten Wolken über Arosa 600 km geschätzt werden, was sich den genauen Messungen von C. Störmer[4] für die Erscheinungen über Irland und Dänemark gut einfügt.

Zur spektralen Untersuchung stand ein lichtstarker Nachthimmelslichtspektograph F/1 der Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich zur Verfügung. Als Plattensorte diente die von Herrn Professor Eggert zu Versuchszwecken freundlichst zur Verfügung gestellte Agfa „Spektral Rot Ultrarapid". Das grüne Segment im Norden gab das übliche Nordlichtspektrum, am stärksten das Sauerstofftriplett 6300 Å, etwas schwächer die Sauerstofflinie 5577 und die Stickstoffbanden 3914 und 6520; schwach 4278 und 4108 (?) Å. Von grösserem Interesse waren nun die für unsere mehr südlichen Breiten so typischen roten hohen Nordlichter. Eine Aufnahme 8 Uhr 49, MEZ, in das flammende Rot gegen NW in nicht ganz 20° Höhe ergab für 6300 Å bereits in 1½ Minuten gleiche Schwärzung, wie sie beim normalen Nachthimmelslicht in 15- bis 20-stündiger Exposition erzielt

[1] Die Sterne *18*, 50, 1938.
[2] Vgl. Abb. in Jahresber. Naturf. Ges. Graubündens, Bd. *75*, 98, 1938.
[3] L'Astronomie, Märzheft 1938.
[4] Nature *141*, 955, 1938.

wird. Obwohl das Triplett 6300 Å so gut durchexponiert war, dass schon 10 Sekunden Belichtung genügt hätten, zeigte das Spektrum auch keine Spur der andern Linien; nur im visuellen Spektroskop waren diese noch zu erkennen. Die hohen roten Lichter südlicher Breiten sind praktisch monochromatisches Licht. Der rote untere Saum besonders tiefreichender Nordlichter geht nach Vegard dagegen auf die Bande 6520 Å, nach Harang[1] aber ebenfalls auf 6300—6360 Å zurück.

22. Wilhelm Kaiser (Solothurn). — *Kugelbilder des Himmels und der Erde nach Entwürfen und perspektivisch-geometrischen Darstellungen des Referenten. Probleme der Astronomie und mathematischen Geographie.*

In seinen astronomischen Werken[2] hat der Referent eine grosse Zahl von Kugelbildern in streng geometrischer Darstellung gegeben, welche die Raumverhältnisse unserer Erde zum Kosmos, die Umläufe der Sonne und des Mondes an der Sphäre und die Konfig. der Sternenwelt erläutern. (Vgl. vor allem das Hauptwerk des Verfassers mit 60 Tafeln.)

Erde und Sternenhimmel. Einzig naturgemäss ist die Abbildung des Sternenhimmels auf einer Kugel, deren Mittelpunkt unsere Erde vertritt, im engeren Sinne den Standort des Beobachters. Die Drehungen der Modellkugel um eine Achse entspricht in der Erscheinung der Umdrehung des ganzen Himmels in 24 Stunden — das Gegenbild zur Umdrehung unserer eigenen Erde. Verschiedene Neigungen der Kugelachse gegen die Horizontebene entsprechen den versch. „Polhöhen" in nördlichen, mittleren und südlichen Gebieten der Erde.

Stellung der Erdkugel im Raum des Sonnensystems. (Ebene der Jahresbahn der Sonne). — Auf dem Kugelbild des Himmels können wir zwischen den Wendekreisen jenen „schiefen" Kreis einzeichnen, welcher das sphärische Abbild der Jahresbahn unserer Sonne ist. In mittleren Erdgegenden kommt dieser Himmelskreis nie mit dem Horizontkreis zur Deckung. Das ist aber jeden Tag der Fall für die Gegenden am Polarkreis unserer Erde: Hier hat die „Himmelsachse" dieselbe Neigung (66½ Grad) gegen die Horizontebene, wie die Achse der Erdkugel gegen die Ebene der Jahresbahn. (Sonnenbahn, von der Erde gesehen.)

---

[1] Gerl. Beitr. *48*, 1, 1936.

[2] Werke des Verfassers. Verlag R. Geering, Basel: *a) Einführung in die Astronomie,* z. Selbststudium. Mit vielen Figuren u. Kalender. Histor. Studien. Fr. 7.30. *b) Erdkugel und Sonnenbahn,* mit 19 blattgrossen Tafeln, Kugelfiguren der Sonnensphäre und der Erde u. a. Fr. 7.30. *c) Sonnenbahn und Sternenhimmel,* mit 12 blattgrossen Tafeln, Kugelbilder der Sternensphäre. Alt-Griechisch. Astron. Sternbilder. Fr. 7.30. *d) Die geometr. Vorstellungen in der Astronomie.* Math. Darstell. d. geordneten Organisation d. Kosmos. Zwei Textbände + zwei grosse Atlanten mit über 60 Fig.-Tafeln. Fr. 60.—. Zu bez. v. Verf. Dr. Wilhelm Kaiser, Subingen, Kt. Solothurn.

Kugelbilder des Sternenhimmels. Doppelkugel. Verschiebung der Fixsterne im Äquatorsystem (Präzession). — Wählen wir als Grundlage eines zweiten Koord.-Systems den „schiefen“ Jahreskreis der Sonne an der Sphäre und die Kugelpole dazu, so lässt sich sehr schön die sphärische Verschiebung der Sterne und Sternbilder längs und parallel dem Sonnenkreis während Jahrtausenden demonstrieren.

Mondbahn und Planetenbahnen erscheinen in der Projektion an die Sphäre als Kurven, welche von der Weglinie der Sonne etwas abweichen; den Planetenkurven sind sogar Schleifen einverwoben, die im Laufe der Jahre sich regelmässig wiederholen, aber an anderen Stellen der Sphäre. (Gang der Planeten durch die Sternzone des Tierkreises.)