

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: 121 (1941)

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: 12.01.2026

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, 6. und 7. September 1941

Präsident : Dr. ERNST WANNER (Zürich)

Sekretär : Prof. ALFRED KREIS (Chur)

1. ALFRED KREIS (Chur). — *Die Beanspruchung des Gesteins in der Nähe von Sprengstellen.*

Im Kraftwerk Innertkirchen bot sich Gelegenheit, die Erschütterung von Sprengschüssen zu registrieren, welche in einem Stollen gezündet wurden, während in einem benachbarten Stollen der Seismograph aufgestellt werden konnte. Diese Messungen wurden auf Anregung von Herrn Dr. h. c. A. Kaech gemacht, dem dafür auch an dieser Stelle bestens gedankt sei. Im Anschluss daran stellte sich der Referent die Aufgabe, die Gesetzmässigkeit zu suchen, nach welcher die Gesteinsbeanspruchung in der Nähe der Sprengstelle mit wachsender Entfernung abnimmt.

Für eine von einem Punkte ausgehende sinusförmige Longitudinalwelle, welche sich mit der Geschwindigkeit v allseitig als Kugelwelle ausbreitet, kann die Wellengleichung wie folgt angeschrieben werden :

$$(1) \quad y = a_0 \frac{e^{-k \left(\frac{x}{\lambda} - 1 \right)}}{\left(\frac{x}{\lambda} \right)} \cdot \sin \left[\frac{2\pi}{\lambda} (v \cdot t - x) \right]$$

y ist die Verschiebung eines Gesteinsteilchens in der Entfernung x . In Anlehnung an eine Arbeit von O. Förtsch¹ wurde der Absorptionskoeffizient k pro Wellenlänge λ gerechnet. Die auftretenden Zug- und Druckspannungen in dem betreffenden Teilchen sind nun :

$$(2) \quad p = E' \cdot \frac{\delta y}{\delta x}, \quad \text{wobei } E' \text{ der Modul für einseitigen Zug und}$$

Druck bei konstantem Querschnitt bedeutet. Unter Einführung

¹ O. Förtsch : Ableitung des von der Frequenz unabhängigen Absorptionskoeffizienten aus Maschinenschwingungen. Zeitschr. f. Geophysik 1940, Heft 1/2.

$$(3) \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{k + \frac{\lambda}{x}}{2 \pi} \quad \text{führt die partielle Differentiation zu}$$

$$(4) \quad p = - \frac{2 \pi a_0 E'}{\lambda} \cdot \frac{e^{-k \left(\frac{x}{\lambda} - 1 \right)}}{\left(\frac{x}{\lambda} \right) \cdot \cos \varphi} \cdot \cos \left[\frac{2 \pi}{\lambda} (v \cdot t - x) - \varphi \right]$$

Ein Vergleich der Gleichung (4) mit (1) zeigt, dass eine von der Entfernung abhängige Phasenverschiebung zwischen der Belastung und der Verschiebung des Gesteinsteilchens existiert. In unmittelbarer Nähe des Explosionszentrums ist die Beanspruchung des Gesteins am grössten, wenn das Teilchen die Schwingungsmitte passiert, während in grösserer Entfernung das Maximum der Belastung in den Umkehrpunkten auftritt. Mit dieser Phasenverschiebung im Zusammenhang steht nun der Umstand, dass in der Nähe der Sprengstelle die Belastung mit wachsender Entfernung viel rascher abnimmt als die Amplitude der Schwingung. Für Sprengungen ist dieser Umstand sehr günstig.

Die obigen Formeln wurden angewendet, um aus der Aufzeichnung der Erschütterung durch einen Seismographen zu berechnen, bis zu welcher Entfernung das Gestein über die Bruchfestigkeit hinaus durch die Sprengung beansprucht wurde. Trotzdem die Voraussetzungen (Isotropie des Gesteins, punktförmiges Explosionszentrum, sinusförmige Schwingung) nur sehr unvollkommen erfüllt waren, führte die Rechnung auf einen Entfernungswert, der mit dem Radius der tatsächlich beobachteten Sprengwirkung ordentlich übereinstimmte.

2. ALFRED KREIS (Chur). — *Ergebnisse der seismischen Eistiefenbestimmungen auf dem Unteraargletscher.*

In den Jahren 1936 bis 1939 wurde im Sommer je drei Wochen auf dem Unteraargletscher an den seismischen Eistiefenmessungen gearbeitet. Der Ausbruch des Krieges hat eine Unterbrechung dieser Arbeit mit sich gebracht, weil es wegen der militärischen Aufgebote nicht möglich war, eine Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Gletscherkommission der S. N. G. und jüngern Mitarbeitern zu bilden, und weil der Treibstoff für die Transporte nach Grimselhospiz und von dort mit Motorboot nach dem Gletscherende fehlt. Es ist deshalb angezeigt, einen kurzen Überblick über die bisherigen Ergebnisse zu geben.

Zunächst liegt ein zirka 7 km langes Längsprofil durch den Gletscher vor, das vom Grimselsee bis zum Abschwung reicht. Die Eistiefe erreicht auf diesem Profil den maximalen Wert von 444 m (bezogen auf die photogrammetrische Aufnahme der Gletscheroberfläche 1931). Diese Stelle liegt im Gebiete des Zusammenflusses von Lauteraar- und Finsteraargletscher. Die Kote der Gletschersohle befindet sich dort auf 1967 m ü. M., also nur 45 m über dem Spiegel des aufgestauten

Grimselsees. Das Tal unter dem Gletscher hat nur ein durchschnittliches Gefälle von 1,1 %! Ein kleiner Vorstoss der Messungen gegen Lauteraar- und Finsteraargletscher zeigte, dass als Haupttal dasjenige unter dem Lauteraargletscher anzusehen ist, indem die Sohle des Finsteraargletschers höher liegt. Etwa 2 km oberhalb des jetzigen Gletscherendes befindet sich eine Schwelle, hinter welcher das Gletscherbett wieder etwa 65 m absinkt. Bemerkenswert ist auch, dass talwärts dieser Schwelle der Gletscher auf einer zirka 40 m starken fluvioglazialen Ablagerung von Moränenschutt liegt, welche aus einer frühern Rückzugsperiode stammen muss, und über welche der Gletscher später vorrückte, ohne sie wegräumen zu können.

3. FRITZ GASSMANN (Aarau). — *Magnetische Messungen an alpinen Erzlagerstätten.*

Die magnetischen Messungen, die in den Jahren 1936 bis 1938 auf dem Mont Chemin bei Martigny zur Untersuchung der dortigen Eisenerzlagerstätten ausgeführt wurden, dienten zur Herstellung von Karten, in denen die Anomalien der Vertikal- und der Horizontalintensität eingetragen wurden. Die Lage der Linsen wurde aus den Karten durch Annahme von magnetischen Einzelpolen nach Nippoldt und durch Annahme von magnetischen Linien bestimmt. Durch einfache Messungen im Felde mit dem Variometer an möglichst symmetrisch zugehaue-
nen orientierten Erzproben wurden die Suszeptibilität und die Richtung und Grösse der Remanenz bestimmt. Die auf Grund der Resultate angelegten Stollen ergaben eine ausgezeichnete Bestätigung für die Bestimmung der Lage der Linsen. Die Schätzungen des Volumens der Linsen auf Grund der Messungen der Suszeptibilität und Remanenz befriedigten hingegen weniger.

Es ist daher geplant, durch Verwendung von würfelförmig zugeschnittenen Erzproben die Methode der Bestimmung der Suszeptibilität und Remanenz zu verfeinern und nicht nur auf die Erzlager des Mont Chemin anzuwenden, sondern auch auf das Eisenerzvorkommen auf der Erzegg bei Melchsee-Frutt, das gegenwärtig magnetisch vermessen wird.

4. FRITZ GASSMANN (Aarau). — *Ein elektrischer Seismograph mit Fernregistrierung.*

Gewisse Probleme der Seismologie und der angewandten Seismik erfordern zu ihrer Lösung Seismographen, deren Konstruktion von der üblichen abweicht. Will man z. B. die Fortpflanzung elastischer Wellen über die Erdoberfläche direkt verfolgen, so sind an verschiedenen Orten Seismographen aufzustellen und ihre Bewegungen am gleichen Apparat zu registrieren, d. h. man braucht Seismographen mit Fernregistrierung. Stellt man sich ferner die Aufgabe, aus der Registrierung des Seismographen möglichst zuverlässig die wahre Bodenbewegung zu bestimmen, so darf das Gehänge des Seismographen keine trockene Reibung aufweisen, kein Teil des Apparates darf in Resonanzschwin-

gungen geraten, und das Pendel soll mit Vorteil nur einen Freiheitsgrad besitzen.

Ing. E. Schiltknecht in Zürich baut für das Institut für Geophysik nach meinen Angaben eine seismische Apparatur mit den beschriebenen Eigenschaften. Besonders schwierig war die Forderung der Astasierung eines Vertikalpendels zu vereinbaren mit der Vermeidung störender Eigenschwingungen von Apparatenteilen. Die Schwierigkeit wurde überwunden mit Hilfe einer geeigneten Kombination von Tragfedern und Hebeln. Der Apparat weist kein Hebelsystem für die mechanische Vergrößerung der Schwingungen und damit keine trockene Reibung auf, da die Ausschläge des Pendels relativ zum Gestell mit Hilfe einer elektrischen Trägerwelle maßstabgetreu auf einen Schleifenszillo-graphen übertragen werden.

5. NICOLAS OULIANOFF (Lausanne). — *Mesures géothermiques dans les puits de forage.*

Depuis bientôt trois ans — avec des interruptions parfois prolongées, par suite de complications techniques — je procède à des mesures géothermiques dans deux puits de forage : à Cuarny près Yverdon et à Servion près Lausanne.

Ces forages ne sont pas terminés, les mesures thermiques non plus, et je ne suis pas encore autorisé de publier les résultats obtenus. Mais il me paraît utile de communiquer, dès à présent, certains résultats techniques des expériences, enregistrés par mon ami et collaborateur dans ce travail, M. Bersier, et moi-même.

Les difficultés commencent déjà avec le choix de la méthode.

Les mesures s'effectuent le plus rapidement en utilisant les procédés électriques. Le seul inconvénient de ces méthodes est qu'elles sont terriblement chères. Seules les grandes sociétés industrielles peuvent se permettre le luxe de les utiliser dans les buts pratiques. Les organismes scientifiques sont forcés de recourir à des moyens moins coûteux.

La méthode la plus simple et fort tentante est l'emploi de thermomètres à mercure ouverts. Nous avons fait de nombreuses expériences avec ce type d'instrument. Notre conclusion est nette : les résultats ainsi obtenus sont trop approximatifs.

Par contre, le thermomètre à maxima de modèle proposé par le Service géologique américain se comportait comme instrument précis, sûr, robuste, même quand il était placé dans les conditions les plus défavorables.

La remise, dans le réservoir, de la colonne de mercure est une opération longue et ennuyeuse. Nous avons recours, avec beaucoup de succès, à la force centrifuge.

Une longue étude avait été consacrée à la construction du tube protégeant les thermomètres pendant leur descente dans le puits. Le premier type, en acier, a été remplacé, après ces expériences, par un tube léger en laiton. Les mesures géothermiques entravent inévitable-

ment les travaux réguliers du forage. Aussi, il fallait déterminer expérimentalement le temps minimum nécessaire pour que les thermomètres placés dans le tube prennent la température de l'ambiance.

6. E. WANNER (Zürich). — *Formeln für die Frequenzkurven inhomogener statistischer Massen.*

Sehr oft ist das Beobachtungsmaterial in der Meteorologie und Geophysik inhomogen. Die Mittelwerte aus den verschiedenen Zeitabschnitten zeigen einen Gang. Falls diese Tatsache nicht berücksichtigt wird, ist es auch nicht verwunderlich, dass die Übereinstimmung zwischen theoretischen und beobachteten Frequenzkurven unbefriedigend ausfällt. Anstatt eine solche statistische Masse in möglichst homogene Unterabteilungen einzuteilen, und diese dann getrennt zu analysieren, kann man in einfachen Fällen den Gang in den Formeln berücksichtigen. Setzt man zum Beispiel voraus, der Mittelwert m verlaufe linear zwischen zwei Grenzen m_1 und m_2 , und verteilt man die Beobachtungsintervalle gleichmässig über die verschiedenen Möglichkeiten von m , so findet man im Falle der seltenen Ereignisse für die Wahrscheinlichkeiten

$$W_i = \frac{\sum_{r=0}^i P_r(m_1) - \sum_{r=0}^i P_r(m_2)}{m_2 - m_1} \quad (1)$$

$P_r(m_1)$ und $P_r(m_2)$ sind die Wahrscheinlichkeiten nach Poisson (seltenere Ereignisse) für die Grenz-Mittelwerte m_1 und m_2 .

Beispiel: Nach dem « International Seismological Summary Oxford » zeigen die Erdbeben der Erde (ohne Nachstösse) in den Jahren 1918 bis 1930 eine Zunahme von 0.6 auf 1.2 Beben täglich. (Dieser Gang ist sicher zum Teil vorgetäuscht durch die Verbesserung der Instrumente und Erweiterung des Beobachtungsnetzes.) In der angegebenen Zeit gab es :

				nach Poisson	nach Formel (1)
				$m = 0.9$	
1907	Tage mit 0 Beben	.	.	1859.6	1904.6
1642	» » 1 »	.	.	1690.3	1657.4
749	» » 2 »	.	.	768.2	749.2
234	» » 3 »	.	.	232.8	234.1
66	» » 4 »	.	.	52.9	56.7
13	» » 5 »	.	.	9.6	11.5
3	» » 6 »	.	.	1.4	2.1
1	» » 7 »	.	.	0.2	0.4
0	» » 8 »	.	.	0.0	0.0
.	» » . »
.	» » . »
4615				4615.0	4616.0
				$m = 0.90 \pm 0.01$	$m = 0.90$
				$\xi^2 = 0.97 \pm 0.02$	$\xi^2 \sim 0.92$

Die theoretischen Zahlen nach Poisson und nach Formel (1) sind in den letzten beiden Kolonnen dargestellt. Bei Poisson sind noch kleinere systematische Abweichungen vorhanden, da ξ^2 wesentlich von seiner Erwartung m abweicht. In der letzten Kolonne haben wir dagegen fast vollständige Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung.

Die Abweichungen von der Poissonschen Formel werden also durch die Inhomogenität verursacht, und die Beben können also als voneinander unabhängige Ereignisse betrachtet werden.

Entsprechende Formeln gelten auch für die gewöhnlichen Ereignisse (Laplace-Gauss), wenn man voraussetzt, dass die Dispersion konstant ist.

$$W_i = \frac{1}{m_2 - m_1} \left[\Phi\left(\frac{x - m_1}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{x - m_2}{\sigma}\right) \right]$$

wobei $\Phi_{(x)}$ das Fehlerintegral $\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{x^2}{2}} dx$ bedeutet.

7. THEODOR NIETHAMMER (Binningen-Basel). — *Bemerkungen zu Guyots Nouvelle méthode pour faire le point sur terre.*

Herr GUYOT hat vorgeschlagen, zum Zwecke der geographischen Ortsbestimmung zwei Vertikalkreise zu wählen und in jedem derselben den Moment zu beobachten, in dem 2 Sterne gleichzeitig den Vertikal passieren. Um den Moment des gleichzeitigen Durchganges leicht feststellen zu können, sieht er die Konstruktion eines besonderen Instrumentes vor (cf. diese Verhandlungen, 120. Versammlung, Locarno 1940, Seite 124).

Der Referent weist darauf hin, dass man die Durchgänge auch hintereinander beobachten und dazu einen gewöhnlichen astronomischen Theodoliten verwenden kann; bei der Benützung eines solchen vermeidet man leichter den schädlichen Einfluss der systematischen Fehler und kann die Genauigkeit durch die Beobachtung der Durchgänge an den Seitenfäden erhöhen.

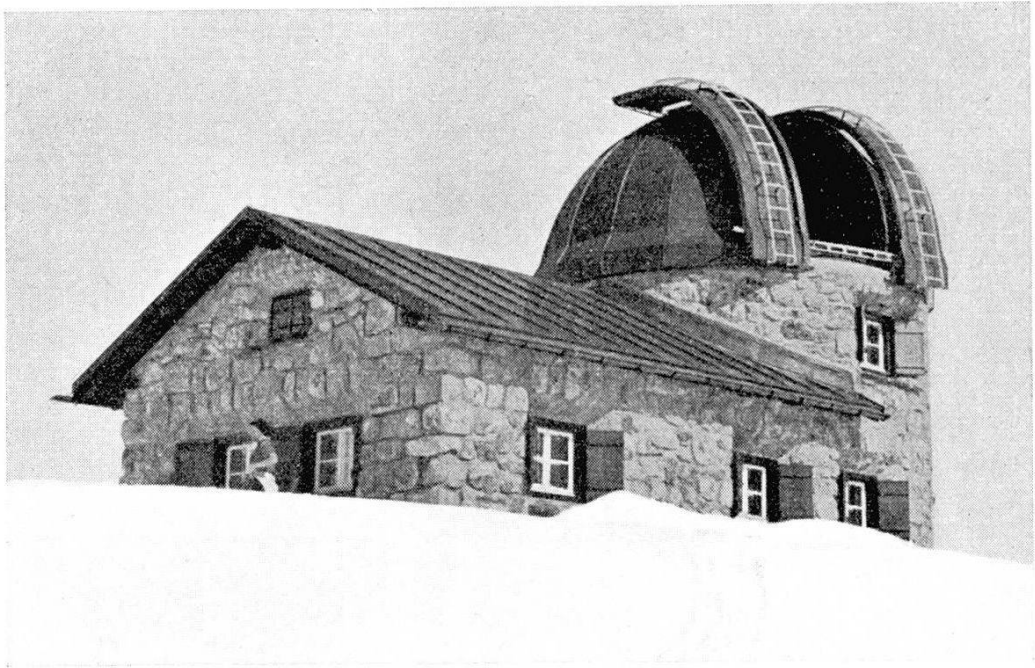
Ferner wird die Frage besprochen, unter welchen Umständen die Beobachtungen angestellt werden müssen, wenn sowohl die Uhrkorrektion und die Polhöhe als auch die Orientierung der beiden Vertikalkreise sich so genau als möglich sollen ableiten lassen. Es ergibt sich, dass die beiden Vertikalkreise rechtwinklig zueinander zu legen sind und dass die beiden Komponenten des Sternpaares in 90° Abstand durch den Vertikal gehen müssen.

Verzichtet man auf die Kenntnis der Orientierung und begnügt sich mit der Kenntnis der Uhrkorrektion und der Polhöhe, so erhält man diese beiden Grössen um so genauer, je näher die beiden Komponenten des Sternpaares am Zenit beobachtet werden.

Die Orientierung der beiden Vertikalkreise gegenüber dem Meridian ist an sich gleichgültig. Wählt man aber den einen in der Nähe

des Meridianes und den andern in der Nähe der I. Vertikales, so lassen sich die Uhrkorrektion und die Polhöhe durch einfache Rechnungen ermitteln, da zur Berechnung der Uhrkorrektion ein Näherungswert der Polhöhe und zur Berechnung der Polhöhe ein Näherungswert der Uhrkorrektion ausreicht.

8. MAX WALDMEIER (Zürich). — *Das Aroser Observatorium für Sonnenforschung der Eidgenössischen Sternwarte Zürich.*



Im Sommer 1939 erbaute die Eidgenössische Sternwarte Zürich nach dem Projekt des Verfassers auf dem Tschuggen (2050 m) bei Arosa ein Observatorium, das ganz auf die Erforschung der äussersten Teile der Sonnenatmosphäre, der Protuberanzen und der Korona, die sonst nur bei totalen Sonnenfinsternissen zur Beobachtung gelangen, eingestellt ist. Das Observatorium besteht aus einem Turm und den westlich daran angebauten Wohnräumen. Im untern Stock befinden sich Werkraum und Dunkelkammer und anschliessend ein Wohn- und ein Arbeitszimmer mit Bibliothek. Im obern Stock des Turmes ist das Beobachtungsinstrument, der Koronograph, ein Fernrohr ganz spezieller Konstruktion (siehe nächstes Referat) unter einer Kuppel von 5 m Durchmesser aufgestellt. Das Observatorium ist ein Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule; es konnte dank eines schon viele Jahre existierenden Baufonds der Eidgenössischen Sternwarte errichtet werden. Der Bau und die Innenausstattung wurden von Aroser Firmen ausgeführt, und eine Berner Konstruktionswerkstätte besorgte den Kuppelbau. Das Observatorium besitzt elektrische Beleuchtung und Heizung und Telephonanschluss. Für den speziellen Zweck des Observatoriums ist die Höhenlage entscheidend; je höher um so besser.

Wenn wir trotzdem nur wenig über 2000 m hinausgegangen sind, so hat das hauptsächlich folgende Gründe :

- a) Auf dem Observatorium sollte zu jeder Jahreszeit gearbeitet werden können, was mit dem empfindlichen Instrument in über 3000 m Höhe nicht möglich wäre.
- b) Im Winter sind die Beobachtungsbedingungen in 2000 m ebensogut wie im Sommer in 3000 m.
- c) Die Bau- und Betriebskosten steigen mit der Höhe stark an; das Projekt musste sich aber in einem zum vorneherein gegebenen finanziellen Rahmen halten.

Unter Berücksichtigung dieser Umstände ergab sich, dass der Tschuggen bei Arosa der von Zürich jederzeit und am raschesten erreichbare und für einen längern Aufenthalt angenehmste Ort über 2000 m Höhe ist.

9. MAX WALDMEIER (Zürich). — *Die Erforschung der Sonnenkorona ohne Finsternis.*

Die Erforschung der Sonnenkorona ohne Finsternis ist deshalb von besonderer Schwierigkeit, weil normalerweise das Sonnenlicht das millionenmal schwächere Koronalicht vollständig überstrahlt. Die Korona kann deshalb erfolgreich nur erforscht werden, wenn das kombinierte atmosphärische und instrumentelle Streulicht höchstens 10^{-5} beträgt. Das ist eine sehr hohe Forderung; vergleichsweise sei mitgeteilt, dass in Zürich bei guten Bedingungen das Streulicht 10^{-2} beträgt. Das atmosphärische Streulicht rührt hauptsächlich von Staub, Tröpfchen, Eiskristallen und Insekten her und kann eliminiert werden, indem man in grosser Höhe arbeitet, wo im Winter die Luft praktisch staubfrei ist. Das molekulare Streulicht beträgt in 2000 m nur etwa $0.5 \cdot 10^{-6}$. Besondere Vorkehrungen mussten getroffen werden zur Elimination des instrumentellen Streulichtes. Das Objektiv besteht aus fehlerfreiem Glas (enthält auch keine Schlieren), und seine Oberflächen sind fehlerfrei geschliffen und poliert und müssen während der Beobachtung stets staubfrei gehalten werden. In der Brennebene wird das direkte Sonnenlicht durch einen kegelförmigen Spiegel, dessen Durchmesser denjenigen der Sonne um etwa 2 % übertrifft, aus dem Strahlengang entfernt. Unmittelbar hinter der Brennebene befindet sich ein zweites Objektiv, das um die Instrumentenachse rotiert und das Hauptobjektiv stark verkleinert abbildet (Dunkelfeldmethode). In diesem Bild erscheint der Rand und das Zentrum des Hauptobjektivs durch Beugung und mehrfache Reflexion aufgehellte. Mit Hilfe einer Irisblende und eines Punktdiaphragmas wird dieses Fremdlicht beseitigt. Nachdem alles instrumentelle Streulicht eliminiert ist, wird durch ein drittes Objektiv das primäre Bild der Sonnenumgebung im Maßstab 1:1 abgebildet. An diesem definitiven Bild kann nun die Korona erforscht werden, visuell oder mit Hilfe verschiedener Zusatzapparate: photographische und

kinematographische Kamera, Spektrograph, Spektrokoronograph, Spektrokoronoskop, Photometer. Über dieses neueste Instrument der Sonnenforschung (Koronograph), das durch eine Subvention der « Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich » an den Direktor der Eidgenössischen Sternwarte, Prof. Dr. W. Brunner, der gleichzeitig als Professor für Astronomie an der Universität amtiert, gebaut werden konnte, und die bisher damit erzielten Ergebnisse hat der Verfasser in zahlreichen Arbeiten berichtet, hauptsächlich in der « Zeitschrift für Astrophysik »: Bd. 19, S. 21 (1939), Bd. 20, S. 172, 195 (1940), Bd. 20, S. 246, 317, 323 (1941) und weiteren Arbeiten im Druck.

10. F. W. PAUL GÖTZ (Arosa). — *Helle Nächte*.

Vor etwa 15 bis 20 Jahren liess Professor Maurer (Zürich) zur visuellen Beobachtung der grünen Nachtlichtlinie ein geradsichtiges Spektroskop bauen, das bei Linsen von 30 mm Durchmesser und 150 mm Brennweite etwa die Lichtstärke der alten Wiechertschen Apparatur haben dürfte. Als das Instrument vor vier Jahren ans Lichtklimatische Observatorium Arosa bzw. dessen 1934 speziell für Nacht- und Nordlichtuntersuchungen errichtete Aussenstation Tschuggen (2040 m) kam, war bei den ausgezeichneten Sichtverhältnissen und nach Auswechseln des Okulars der seinerzeitige Misserfolg zu beheben. In etwa 170 Nächten schätzte ich seither die Stärke der grünen Linie 5577 Å nach einer zehnstufigen Skala, deren Intervall im mittleren Bereich roh einer Stufe der bekannten Rayleighschen Filtermessungen vom logarithmischen Helligkeitsunterschied 0,1 entsprechen dürfte. Unsichtbar bezeichne ich 0, schwach 2, gut 4, intensiv 6, Nordlichtstärke 8. Im Mittel steigt die Linienstärke von 3 (mässig) im Mittwinter auf 5 (recht kräftig) im Sommer und Spätherbst, wobei sich im April nochmals ein tiefes Minimum einschiebt. Wir befassen uns nun nur mit jenen Nächten, deren Intensität den entsprechenden Monatsmittelwert übersteigt.

Gerade der letzte Winter 1940/41 brachte uns eine Fülle solch « heller Nächte », ¹ die vielerorts und hinauf bis Norwegen ² sehr auffällig waren. Auch die Nächte dieses Augusts konnten sich sehen lassen. Wie bei den ähnlichen Erscheinungen 1783, 1831, 1853/55, 1861/62, 1871/72, 1897/99, 1921/22 stehen wir in den Jahren zwischen Sonnenfleckensmaximum und -minimum. Ordnet man in bekannter Weise nach 27tägigen Sonnenrotationen, so ist eine gewisse Gruppenbildung nicht zu leugnen. Eine schöne Sequenz von Nächten mit « Leuchtenden Bändern » (Max Wolf) oder « Leuchtstreifen » (Hoffmeister), 2. und 29. Dezember 1940, 27. Januar und 20. März 1941, aufgenommen mit einer von Professor Störmer überlassenen Nordlichtkamera, kann meines Wissens erstmals im Bild gezeigt werden. Die Erscheinungen erinnern an ruhige homogene Nordlichtbögen, nur mit sozusagen etwas mehr unvollkommenem Ergebnis, zeigen dunkles Segment gegen Norden

¹ J. Maurer, Met. Zs. 16, 257, 1899.

² C. Störmer, Astrophys. Norveg. 3, 273, 1941.

und in dem besonders ausgeprägten Falle des 27. Januar, in dem sich die Erhellung südwärts über den ganzen Himmel ausbreitete, als letzten unberührten Rest ein dunkles Segment im Süden. Der weitere Verlauf des 27./28. Januar erinnerte auch in schöner Weise an eine Beobachtung von Wolf¹ über ein am Morgen sich zeigendes Cirrensystem von fast den gleichen Konvergenzpunkten wie die leuchtenden Bänder in der Nacht zuvor (Sublimationskerne?). Nach einer Parallelbeobachtung von Dr. F. Schmid in Oberhelfenschwil mag ein Lichtfleck vom 27. Januar abends, in der Höhe der unteren Ionosphäre über Frankfurt a. M. gelegen haben.

Die erwähnten Nächte zeigen hohen erdmagnetischen Störungsgrad, wie auch im Mittel unserer über 50 nach der Nachtlichtlinie festgelegten hellen Nächte der Störungsgrad um eine Potsdamer erdmagnetische Kennziffer über dem Monatsmittel liegt.

Haben helle Nächte also leichteres Nordlicht? Verteilt man die Erhellungen auf die verschiedenen Nachtstunden, so ergibt sich wie bei den Gesamtlichtmessungen von W. Brunner je ein Maximum vor und nach Mitternacht, wobei das erstere wohl nordlichtverursacht sein mag. Für das Hauptmaximum in der zweiten Nachthälfte, also an der Stirnseite der Erde, wird man sich mit Teichgraeber² aber an Meteorstaub halten, und es ist interessant, wie dieses Morgenmaximum in unserem Material mit bisher unbekannter Stärke in Erscheinung tritt. Gegen ein eigentliches Nordlicht sprechen auch die Spektren (Zeiss-Nachtlichtspektrograph der Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich), die schon in der hellen Nacht des 24. Januar 1935 einfach ein typisches, aber verstärktes Nachthimmelslichtspektrum gaben. Dies hat sich seither im Sichtbaren wie im Ultraviolett immer wieder bestätigt: Sauerstofflinien, Stickstoffbanden 1. und 2. positive Gruppe, ϵ -System, nie die für das typische Nordlicht charakteristischen negativen Stickstoffbanden. Vielleicht nur die gelbe Natriumlinie ist überdurchschnittlich verstärkt, was recht bezeichnend wäre; als Beispiel wird das Spektrum der hellen Nächte vom 10. und 11. Januar 1937 gezeigt, bei dem auf Plattensorte Agfa-Spektral-Rot die D-Linie kräftiger geschwärzt ist als 5577 Å.

Für die Erklärung der hellen Nächte muss sowohl der solare wie der meteorische Einfluss zum Rechte kommen, etwa in der Art, dass entsprechend der Störmerschen Korpuskulartheorie Ionen grösserer Masse, entsprechend grösserer Steifigkeit und eines infolge der mikrometeorischen Raumverteilung spröderen Verhaltens im Erdfeld geführt werden. Es sei erwähnt, dass die Auszählung der hellen Nächte neben der schon angedeuteten Häufung nach einer oder mehreren Rotationsperioden noch andere Häufungsstellen periodischer Natur zeigt. Nachdem anderseits auch kalendermässige Häufungen der hellen Nächte längst bekannt sind, könnte hier eine sehr merkwürdige Berührung

¹ Max Wolf, Astr. Nachr. Nr. 5153, 1922.

² A. Teichgraeber, Astr. Nachr. Nr. 6405, 1939.

vorliegen mit den Schmaußschen Witterungssingularitäten,¹ die bereits Hoffmeister² in diesem Zusammenhang genannt hat. In der ausführlicheren Mitteilung in der Meteorologischen Zeitschrift (1942) wird die *Wellennatur* der hellen Nächte gezeigt werden.

11. F. SCHMID (Oberhelfenschwil). — *Zum Zodiakallichtproblem.*

Die neuen spektroskopischen Untersuchungen des Zodiakallichtes lassen neben einer Anzahl Absorptionslinien des Sonnenspektrums auch noch Emissionslinien erkennen. Diese deuten daraufhin, dass im Zodiakallicht neben dem Hauptanteil des Sonnenlichtes auch noch ein Rest selbständiges Licht enthalten ist, das als ein Nachleuchten hoher Atmosphärenschichten aufgefasst werden muss. Unentschieden blieb die Frage, ob feste oder gasartige Aggregate die Träger des reflektierten Lichtes sind. Voraussichtlich sind beide Annahmen richtig. Durch das Bombardement der Meteore und Sternschnuppen in unserem Atmosphärenmantel, die sich mit den teleskopischen Sternschnuppen im täglichen Mittel auf mindestens 1200 Millionen belaufen, werden unsere hohen Atmosphärenschichten von meteoritischen Zertrümmerungsprodukten in ultramikroskopisch feiner Staubform durchsetzt. Durch die Abnahme der Winkelgeschwindigkeit in der rotierenden Atmosphäre entsteht eine Verlagerung der abgeplatteten Lufthülle gegen die planetarische Gleichgewichtsebene der Ekliptik. Diese staubdurchsetzte Atmosphäre ist der Hauptträger des Zodiakallichtes mit seinen Begleiterscheinungen des Gegenscheins und der Lichtbrücke.

Von besonderer Bedeutung für die Zodiakallichtforschung sind die Dämmerungsforschungen, da das Zodiakallicht selbst den höchsten und letzten Dämmerungsbogen darstellt. Es zeigt sich in unseren Breiten im Jahreslaufe des Zodiakallichtes und der Dämmerung ein unzertrennbarer Zusammenhang, so dass jede Annahme durch die Störung einer kosmischen Staubwolke (falsche Dämmerung) ausgeschlossen ist. Diese Merkmale äussern sich schon im Verlaufe des Purpurlichtes und bei grösserer Sonnentiefe in der Verschiebung der Dämmerungsmaxima auf die Seite des einseitig aufsteigenden Ekliptikastes, wo sie am deutlichsten als Exzentrizität der Morgendämmerung zum Ausdruck kommt. Aber auch zum sommerlichen Nachtschein unserer Breiten bestehen alle Zwischenformen.

Die variablen Lagen des Zodiakallichtes in den verschiedenen Breiten unserer Erde stehen im engen Zusammenhange mit der Stellung des Beobachters zur Ekliptikebene. Sie ändern daher nicht allein in verschiedenen Breiten der Erde, sondern sogar von derselben Beobachtungsstelle aus nicht nur monatlich, sondern sogar nächtlich und stündlich. (Eigenbewegung des Zodiakallichtes.) Es besteht aber auch hier im ganzen Verlaufe eine Gesetzmässigkeit, die sich zeitlich wiederholt. Die Ursache liegt in der einseitig wirkenden Extinktion der

¹ H. Flohn, Met. Zs. 58, 232, 1941.

² C. Hoffmeister, Die Sterne 18, 25, 1938.

Schattenkegelluft, so dass auf der nördlichen Halbkugel südliche und auf der südlichen Halbkugel nördliche Teile der Atmosphärenlinse ausgelöscht werden. Diese Störungen verunmöglichen jede Parallaxenbestimmungen auch des Gegenseins und der Lichtbrücke, wie sie schon wiederholt versucht worden sind.

12. WILHELM KAISER (Subingen, Kanton Solothurn). — *Bemerkenswerte raumzeitliche Proportionen in unserem Sonnensystem.*

Im Fortgange seiner ausgedehnten Untersuchungen über die kosmischen räumlich-zeitlichen Verhältnisse ist der Referent auf eigentümliche Massbeziehungen gestossen, die sich insbesondere einer Anschauungsweise im Sinne des *heliozentrischen Systems* offenbaren.

Denken wir uns also in diesem System die *Jahresbahn* der *Erde* um die Sonne durch einen idealen Kreis mit dem Radius $R = 1$ vertreten, dem mittleren Abstände Sonne—Erde entsprechend. Es sei in diesen Kreis das gleichseitige Dreieck einbeschrieben: Seine Seite hat das Mass $\sqrt{3} = 1.73$. Nun ist $\sqrt{3} - 1 = 1.73$ nur um $1/100$ verschieden vom Mass 0.72 für den Radius der mittleren *Venusbahn* um die Sonne. — Betrachten wir ferner einen grösseren Kreis mit dem Radius $R = 3$, der eine Art mittlere Bahn in der Zone der kleinen Planeten zwischen der Marsbahn und Jupiterbahn darstellt. Das gleichseitige Dreieck in diesem Kreis hat eine Seitenlänge $L = 3 \sqrt{3} = 3 \cdot 1.732 = 5.196$. Es ist überraschend, dass diese Zahl dem Mass für den Radius der mittleren Bahn des *Jupiters* um die Sonne sehr nahe kommt (5.20 Erdbahnradien). Eine ebenso intime Beziehung, die bisher in der Literatur nirgends genannt wurde, fand der Referent zwischen der Erdbahn und mittleren *Saturnbahn*: Der Radius der letzteren hat nach neueren Vermessungen das Mass 9.55 Erdbahnradien; somit ergibt sich:

$$\text{Umfang der Saturnbahn} = 2 \cdot 3.1416 \cdot 9.55 = 60 \text{ Erdbahnradien.}$$

Eine Parallelgleichung dazu ist in dem kleineren System Erde—Mond gegeben, wo auch die Zahl 60 eine massgebliche ist:

$$\text{Mittlerer Abstand Erde—Mond} = \text{Radius der Mondbahn} = 60 \text{ Erdradien.}$$

* * *

Aber auch *das Zeitliche* stellt sich in unserem Sonnensystem in merkwürdigen Verhältnissen dar. Eine für dieses System wichtige Zeit ist die Dauer der *Eigenumdrehung der Sonne* um ihre Achse. Abgesehen von den verschiedenen Drehzeiten der beweglichen Oberflächenschichten der Sonne, müssen wir eine bestimmte Drehzeit ihres « Kernes » annehmen, die sich am besten in den Schichten und Flecken in der Nähe ihres Äquators offenbaren kann. In Übereinstimmung mit den Beobachtungsdaten kommt der Referent dazu, folgende Gleichung für die Drehzeit der Sonne anzunehmen:

$$\begin{aligned} 480 \text{ Eigenumdrehungen der Sonne} &= 33 \text{ Jahre} = (33 \cdot 365 + 8) \text{ Tage.} \\ 480 : 33 &= 14 \frac{8}{11} = 14.545 \text{ Umdrehungen pro Jahr. } 1 \text{ Drehung} = 25 \frac{1}{9} \text{ Tage.} \end{aligned}$$

Diese Gleichungen stehen in Korrespondenz mit den *Umlaufszeiten von Planeten*. Beachten wir fürs erste die Bahngrösse und Umlaufszeit unserer *Erde*, wobei der Abstand $S-E$ massgeblich ist :

Mittl. Abst. Sonne—Erde = 214.6 Sonnenradien; entspr. $r = 16' 1'' = 961''$
Umf. d. mittl. Erdbahn = 214.6 *Umf. d. Sonne* = $14.54 \cdot 14.76$ *Umf. d. Sonne*.

Die Produktform sagt: Während *einer* Umdrehung der Sonne ist der Weg der Erde sovielmals grösser als der Sonnenumfang, wie ungefähr die Zahl der Sonnenrotationen während einem Jahre. — Und in Hinsicht des Planeten *Mars* ergibt sich die Gleichung :

Umlauf des Mars um die Sonne = 687 Tage = $27.36 \cdot 25.11$ Tage.

Das heisst : Während eines *Mars*-Umlaufes geschehen so viele Eigenrotationen der Sonne — (rund $27 \frac{2}{5}$ Rotationen), wie unsere *Erdkugel* gerade $27 \frac{2}{5}$ Eigenumdrehungen macht während eines siderischen Umlaufes des *Mondes*. (Sonne : Mars = Erde : Mond.)

Weitere wichtige Beziehungen der Sonnenrotation zur *Lichtgeschwindigkeit* und dem Raume der *Fixsternwelt* erläutert der Referent in dem hier genannten umfangreichen Werke :

Vgl. das vom Referenten veröffentlichte Werk : « *Die geometrischen Vorstellungen in der Astronomie*. » Versuch einer Charakteristik des Wahrheitsgehaltes astronomisch-mathematischer Aussagen, von Dr. Wilhelm Kaiser. Zwei grosse Textbände, 3 Atlanten mit über 60 Figurentafeln, und Neuband zur Kosmologie. Gesamtpreis Fr. 84. Zu beziehen vom Verfasser, Subingen (Kt. Solothurn).

13. M. DE SAUSSURE (Neuchâtel). — Über Abbildungsfehler eines Kugelspiegels.

Der oft unterschätzte sphärische Hohlspiegel kann für astronomische Anwendungen dem Parabolspiegel mit Vorteil gegenübergestellt werden, wenn sowohl Öffnungsverhältnis wie Gesichtsfeld mässig gross sind; der Kugelspiegel ergibt dann praktisch keine grösseren Bildfehler als der parabolisierte und ist bedeutend leichter herzustellen.

Zur Berechnung der Aberrationen, welche sich aus dem symmetrischen Fehler der sphärischen Aberration und dem asymmetrischen Fehler der Koma (einschliesslich Astigmatismus) zusammensetzen, wird hier speziell für den sphärischen Spiegel folgendes einfaches Verfahren angegeben.

Man betrachte den Kugelspiegel mit der Mitte S , dem Krümmungszentrum O und dem Krümmungsradius r , sowie eine sphärische Brennfläche um O mit dem Radius $\frac{r}{2}$ (die Abweichung dieser gekrümmten Brennfläche von einer ebenen ist, bei den eingangs erwähnten Anwendungsbedingungen des Spiegels, gering). Auf den Spiegel falle ein paralleles Strahlenbündel unter dem Neigungswinkel i ; das auf der Brennfläche entworfene Bild ist mit sphärischer Aberration und Koma behaftet. Denken wir uns ebenfalls um O und mit Radius r einen grös-

seren, fingierten Spiegel mit der Mitte S_0 , dessen Fläche diejenige des kleineren, wirklichen Spiegels einschliesst; wir betrachten dessen Achse, die parallel zur Richtung des vorhin erwähnten Strahlenbündels liegt und die Brennfläche im Hauptbrennpunkt trifft. Wenn dieser grosse Spiegel paralleles Licht aus dieser Richtung bekäme, würde er ein Achsenbild ergeben, das nur mit sphärischer Aberration behaftet wäre; die den einzelnen Spiegelzonen mit Zonenradius h entsprechenden Bildradien a findet man nach klassischer Formel aus $a = \frac{h^3}{2r^2}$.

Da der kleine Spiegel ein Teil des grossen ist, wird die von ersterem erzeugte Aberrationsfigur ein Teil derjenigen sein, die letzterem entspricht. Um die wirkliche Aberrationsfigur zu bekommen, brauchen wir also nur die Kontur zu berechnen, die sie aus dem grösseren, symmetrischen Aberrationsbild herauschneidet. Hierzu müssen wir die Punkte des Spiegelrandes, die in bezug auf S durch ihren Abstand m und ihr von der Richtung $S_0 S$ gerechnetes Azimut μ ausgedrückt sein mögen, in den Abstand n und das Azimut ν in bezug auf S_0 umrechnen. Dies kann mit den Formeln

$$\begin{aligned}\sin n \sin \nu &= \sin m \sin \mu \\ \sin n \cos \nu &= \sin i \cos m + \cos i \sin m \cos \mu\end{aligned}$$

geschehen. Aus n folgt der Zonenradius $h = r \sin n$, woraus im Bild der Abstand a vom Hauptbrennpunkt und das Azimut $180^\circ - \nu$ (weil die Strahlen die Achse vor der Brennfläche schneiden) des gesuchten Konturpunktes zu finden sind. Die aus einer Anzahl Punkten bestimmte Kontur kann in das sphärische Aberrationsbild des grossen Spiegels eingezeichnet werden. Die Rechnung kann leicht für verschiedene Neigungen des einfallenden Bündels und verschiedene Oeffnungsverhältnisse des wirklichen Spiegels wiederholt werden.

Hierdurch ist, auf der betrachteten Brennfläche, die vereinigte Wirkung der sphärischen Aberration und der Koma des Kugelspiegels auf einen Ausschnitt aus einer einzigen sphärischen Aberrationsfigur zurückgeführt. Das Verfahren hat den Vorteil der Anschaulichkeit, indem es auch die innere Bildstruktur übersichtlich wiedergibt; teilt man die so abgegrenzten Bildringe in Sektoren ein, so entspricht jedem Sektor ein leicht kenntliches Spiegelement, und das Verhältnis der Fläche des Bildringsektors zur Fläche des entsprechenden Spiegelsektors ergibt die Lichtdichte im betreffenden Bildpunkt.

14. MAX BIDER (Basel). — *Von der Erhaltungstendenz des Wetters.*

Aus dem Basler Beobachtungsmaterial von 1891 bis 1930 wurde die Anzahl und Dauer aufeinanderfolgender Perioden (Tage, Pentaden, Dekaden und Monate) verschiedener meteorologischer Erscheinungen ermittelt und daraus die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels und der Index der Erhaltungstendenz berechnet. Es zeigt sich, dass bei Tages- und Pentadenwerten aller untersuchten Elemente die Wahrscheinlichkeit eines Wechsels um so kleiner wird, je länger die Periode dauert.

Die Indices¹ der Erhaltungstendenz nehmen für Tageswerte im Jahres- resp. Jahreszeitenmittel folgende Werte an: Temperatur 0,62, Sommertage 0,49, Frost- und Eistage 0,62, Niederschlagstage (0,1 mm) 0,37, Schneefalltage 0,32, Gewittertage 0,12, sonnige Tage 0,33, trübe Tage 0,20 und Luftdruck 0,58; alle Erscheinungen zeigen ein Maximum im Winter und ein Minimum im Sommer. In Abhängigkeit vom gewählten Zeitraum ergibt sich für das ganze Jahr folgendes Bild:

	Luftdruck	Temperatur	Niederschlagstage
Tagesmittel	0,58	0,62	0,37
Pentadenmittel	0,20	0,29	0,09
Dekadenmittel	0,10	0,20	0,09
Monatsmittel	0,01	0,22	0,09

Die Erhaltungstendenz nimmt also mit zunehmender Zeitspanne, wie bekannt, im allgemeinen ab, doch zeigen sich gewisse Ausnahmen. Weiterhin wurden dann nach Art der Singularitätenforschung die Indices der Erhaltungstendenz für jeden Tag des Jahres im vierzigjährigen Mittel errechnet und verschiedene Singularitäten festgestellt. Die Indices der Erhaltungstendenz der Temperatur und der Niederschlags-häufigkeit weisen im allgemeinen einen ähnlichen Verlauf auf, während der Luftdruck einen anderen Charakter zeigt. Ein Vergleich mit den Tageswerten der durchschnittlichen Abweichungen ergibt, dass zu Zeiten grosser Erhaltungstendenz im allgemeinen die durchschnittlichen Abweichungen ebenfalls Maxima aufweisen. Stichprobenmässige Untersuchungen haben gezeigt, dass der Verlauf der Indices der Erhaltungstendenz mit demjenigen der Korrelationskoeffizienten direkt aufeinanderfolgender Tage (resp. Monate) recht gut übereinstimmt, wenn die Korrelationskoeffizienten über 3 bis 5 Werte ausgeglichen werden.

Eine eingehendere Darstellung dieser Untersuchungen wird an anderer Stelle veröffentlicht.

15. JEAN LUGEON (Zurich). — *La prévision radiométéorologique.*

Depuis la guerre, la Suisse est presque entièrement isolée du monde au point de vue de la météorologie synoptique. Actuellement, nous ne recevons que quelques dépêches de la Péninsule Ibérique. Il est donc pour ainsi dire impossible de tracer des cartes isobariques continentales. La diagnose des états atmosphériques s'en ressent et la prévision basée sur les méthodes synoptiques est fortement compromise dans beaucoup de situations. On doit se contenter d'analyses locales.

C'est pour suppléer, dans une certaine mesure, à ces défauts que j'ai cherché à développer les méthodes d'exploration radiométéorologiques, par le sondage en longitude et latitude, dont j'ai parlé à plusieurs reprises à la G. M. A., depuis 1925. J'ai poursuivi ces travaux pendant plus de vingt années tant dans les Alpes, qu'en Pologne, en Afrique, aux Açores, en Scandinavie et dans le cercle polaire. La

¹ Vgl. W. Köppen, Rep. d. Meteorologie, Bd. II, 1871.

méthode consiste à enregistrer les trois composantes principales du champ électromagnétique hertzien, soit des parasites atmosphériques provoqués par de multiples causes thermodynamiques : changement de l'état électrique, foudre, décharges lumineuses ou obscures, etc. Ces composantes sont : le nombre de parasites par unité de temps; atmo-radiographe (Lugeon, 1927), l'intensité absolue de chaque parasite enregistré isolément; radiomaxigraphe (Lugeon et Nobile, 1939) et l'azimut de propagation; radiogoniographe (Lugeon 1931, avec Nobile 1940). Les trois appareils fonctionnent depuis quelques années à la Station centrale suisse de Météorologie, à Zurich. Grâce à de nombreuses années d'enregistrements simultanés en plusieurs postes, avec des bases de quelques milliers de kilomètres, le régime mondial journalier, mensuel et annuel est parfaitement connu. Egalemeut, la plupart des relations qui lient les parasites aux phénomènes thermodynamiques sont décelées, de sorte que la diagnose peut se faire, dans beaucoup de cas, par l'interprétation des diagrammes. C'est ainsi que nous avons pu suivre à quelques milliers de kilomètres le déplacement des fronts froids générateurs de parasites (C.R. 1929), ou fixer la position des dépressions atlanto-européennes et méditerranéennes définissant les deux grands régimes qui font notre temps, par les phénomènes radio-électriques antagonistes qui les caractérisent : zone de silence pour le front chaud, zone émissive pour les régions convectionnelles. Ces travaux sont publiés dans une quarantaine de Notes et résumés dans : « Sur la nécessité d'une station polaire permanente d'observations radiométéorologiques », 95 p., Varsovie, 1935; « Le Radiomaxigraphe » (avec Nobile), Annales M. Z. A. 1938; « Le Radiogoniographe et son utilisation pour la prévision du temps », id. 1939.

16. JEAN LUGEON (Zurich). — *Présentation d'un intégrateur d'altitudes.*

Pour dépouiller complètement un sondage aérologique (radio ou ballon-sonde, etc.), il est nécessaire de rapporter les éléments : pression = p , température = t , humidité = u , accélération de la pesanteur = g , à l'altitude H , du niveau où ils ont été enregistrés. Il existe une vingtaine de méthodes graphiques, algébriques, arithmétiques, etc. permettant de faire le calcul. Mais elles sont toutes longues et demandent souvent plusieurs heures pour des sondages à haute altitude, dont on réclame de la précision. En outre, elles présentent de nombreux inconvénients techniques. Les nécessités du jour, tant en aérologie qu'à l'armée pour la balistique, le repérage par le son, l'aéronautique, m'ont obligé à inventer un procédé beaucoup plus rapide, précis et économique. J'en ai publié le principe dans plusieurs Notes aux C. R. de Paris (1939), dans : « Der Aerologische Transporteur der M. Z. A. », Annales M. Z. A., 1938, dans : « Mémoire sur la Méthode d'intégration des altitudes en aérologie », dans : « Intégrateur d'altitudes », Bull. tech. Suisse Romande, Janvier 1940 et Août 1941. L'intégra-

teur d'altitudes, actuellement utilisé dans plusieurs armées et à l'étranger, consiste à résoudre sans aucun effort la formule barométrique rigoureuse, à 1 m. près, si les éléments sont convenablement mesurés par la sonde. On a : $H = f(p, t, u, g)$, que je transforme en unités de géopotential (mètres dynamiques) en : $\Phi = f(p, t_v)$, où t_v est la température virtuelle. L'intégrale, selon V. Bjerknes, s'écrit :

$$\Phi = - A \int_{p_0}^p t_v d(\log. \text{ nat. } p). \text{ Mon intégrateur, soit en coordonnées}$$

polaires, soit en coordonnées cartésiennes, la résoud de la manière suivante. Les paires de points successifs p, t_v donnés par le ballon sont reportés en abscisses et ordonnées par l'appareil, qui sert également de coordinatographe, sur un papier quelconque. L'altitude de chaque point (p, t_v) de la courbe d'état est lue immédiatement sur une roulette intégrante, en suivant la ligne pointillée avec le traçoir de l'intégrateur. Le travail est si rapide et précis, qu'il va plus vite que le sondage lui-même et se trouve donc entièrement terminé à l'éclatement du ballon.

17. JEAN LUGEON (Zurich). — *La détermination instantanée de la direction et de la vitesse du vent dans l'atmosphère libre à toute altitude et par tous temps, sans recoupement radiogoniométrique.*

Pour déterminer la vitesse et la direction du vent dans l'atmosphère libre, on suit au théodolite un ballon dont la vitesse ascensionnelle est admise constante, en première approximation. La position du ballon est définie par l'angle de hauteur, l'azimut et l'altitude qui sert de base. Cependant, ce procédé ne permet que de faire de « l'aérologie de beau temps ».

Depuis l'invention de la radio-sonde par Idrac et Bureau en 1927, l'O. N. M. de France, puis les services météorologiques d'Allemagne, d'Amérique, de l'U. R. S. S., etc., ont réussi à faire de « l'aérologie de mauvais temps », c'est-à-dire à fixer la trajectoire du ballon dans et au-dessus des nuages. A cette fin, on dispose au sol, aux sommets d'un triangle équilatéral de 20 à 30 km. de côté, trois récepteurs radiogoniométriques synchronisés. Le recoupement des azimuts donne le site de la radio-sonde, l'altitude étant calculée par la formule barométrique.

Cette méthode est très coûteuse et nécessite au moins 6 opérateurs entraînés. Beaucoup de petits services météorologiques civils ne sauraient se l'offrir pour des sondages journaliers.

A l'Observatoire aérologique de Jablonna, je présentai aux aérologistes assistant à la Conférence mondiale des directeurs d'instituts météorologiques que je réunissais à Varsovie, en 1935, plusieurs solutions simplifiant ce repérage, en supprimant complètement la triangulation. Je repris ces études en 1939 et indiquais à la séance scientifique de la Commission internationale d'aérologie, réunie à Berlin en

juin 1939, 7 solutions tendant à permettre le sondage depuis un poste seulement (méthode des échos, utilisation de la base *E* de l'ionosphère, ultra-sons, angle de hauteur obtenu par un dispositif radio-optique, etc.). Finalement, je ne retins que la solution radiotéléométrique suivante.

Dans mon procédé, la position du ballon est définie par le triangle vertical ayant pour sommets : le ballon, sa projection verticale sur l'horizon, le poste récepteur (lieu d'envol). L'azimut du plan du triangle, jusqu'au zénith, est donné par un dipôle à une précision supérieure au degré, pour les ondes quasi-optiques utilisées (Convention du Caire, 1938). Un côté du triangle, soit l'altitude, est connu instantanément, à la précision du baromètre et du thermomètre près, par mon intégrateur d'altitudes¹; enfin le second côté nécessaire pour définir le triangle est son hypoténuse, soit la distance entre le ballon et le récepteur au sol, que je mesure.

Je soumis ce problème de mesurage à mon éminent compatriote le Dr Ing. Guido Nobile, Radiophysicien. Après plusieurs mois d'expériences, nous réussîmes à mettre au point un procédé radio-téléométrique donnant cette distance avec une précision qu'on peut choisir aussi grande que l'on veut, et qui a l'énorme avantage d'être indépendante de la longueur, que le ballon soit à quelques centaines de mètres ou à plus de 100 km. Les essais avec ballon captif ont été décisifs. La précision avec des appareils de fortune a dépassé tous nos espoirs; l'erreur ne fut que d'une vingtaine de mètres à 11 km. de distance.

Le sondage de la direction et de la vitesse du vent en atmosphère libre se trouve ainsi considérablement simplifié. Deux opérateurs en un poste suffisent. Le premier lit la distance et l'azimut sur deux quadrans, le second évalue l'altitude à l'intégrateur et reporte la trajectoire du ballon sur la carte géographique avec un rapporteur à tangente des plus simples. Ainsi, on peut suivre en chambre close la course du ballon jusqu'à son explosion, laquelle sera produite à tout instant, en pesant sur un bouton disposé à côté de l'opérateur, la sonde devant, à cette fin, être munie d'un dispositif radiotélémechanique. De toute façon, on connaît le point d'atterrissage dans le lit du vent qui sera, bien entendu, choisi à l'intérieur de nos frontières, par les temps qui courent.

La nouvelle méthode de radiotélémetrage Lugeon-Nobile est en installation dans la Station Aérologique de l'Institut Météorologique Central, que nous avons construite à Payerne.

18. P. BERGER (S. C. S. N. Payerne). — *Le Joran*.

Le versant SE du Jura, depuis la cluse de Balsthal au Fort de l'Ecluse, est soumis à des vents irréguliers et souvent très violents descendant du Jura. Ces vents proviennent d'un large secteur qui s'étend en général de l'W au NNE, en passant par le NW. Tous ces

¹ Intégrateur d'altitudes. Bull. tech. de la Suisse romande n° 23, 23.VIII.1941.

courants sont généralement connus sous le nom de Joran. Par ce vocable, les habitants des diverses régions du pied du Jura et des lacs désignent tous un vent bien caractérisé mais dont les particularités sont souvent contradictoires. Les ouvrages modernes qui citent le Joran en donnent des définitions qui ne concordent pas entièrement et qui, surtout, sont très incomplètes.

Ces différents faits et d'autres m'ont incité à entreprendre une enquête générale sur ce vent. Le résultat est qu'il existe :

- 1° Un Joran qui souffle en particulier pendant la saison chaude, en fin d'après-midi; il n'est pas autre chose qu'un mélange de brises orographiques et lacustres. Sa zone d'action ne s'étend que sur quelques kilomètres au delà du pied du Jura. Il se lève pendant les périodes de beau temps; il est froid et souffle souvent en rafales qui se précipitent sur les lacs.
- 2° Au passage du Jura, certains fronts froids subissent diverses perturbations locales. Ils provoquent : des vents plongeants, en violentes bourrasques qui soufflent aussi bien en hiver qu'en été, de jour que de nuit; un notable abaissement de température; des formations nuageuses spéciales (rouleaux) sur les crêtes du Jura.
- 3° Tandis que les deux premiers vents prennent le Jura en écharpe, le troisième Joran se précipite le long de ses flancs en suivant la plus grande pente; il est lié à des orages locaux et présente un caractère très régional; il est également froid, irrégulier et subit.

Pour des raisons étymologiques et d'usage local, il est avantageux de désigner ces vents par :

- le premier : Joran;
- le second : Joran frontal;
- le troisième : Joran droit.

Il ne m'est pas possible de donner ici plus de précisions; les résultats détaillés de l'enquête à laquelle j'ai fait allusion seront publiés prochainement.

19. E.-C. NICOLA (Buchillon, Vaud). — *Mesures thermométriques à travers la vallée du Rhône, en Valais.*

Grâce à l'intérêt et l'appui financier apportés par le Département de l'Intérieur du canton du Valais et la Station fédérale d'essais viticoles et arboricoles à Lausanne, il fut possible, au printemps de 1939, d'entreprendre avec la collaboration du mouvement aîné du scoutisme (les routiers) et de quelques étudiants une étude du microclimat de la vallée du Rhône, pendant deux nuits consécutives du 27 au 29 mai.

Le but de ces recherches était une contribution à l'étude de la formation des gels nocturnes qui détruisent chaque printemps, dans le Valais, de nombreuses récoltes de fruits.

Comme la mesure, d'ailleurs presque indispensable, des courants à travers toute la vallée et pas seulement sur les pentes, entraînait une

organisation trop coûteuse et compliquée, avec des ballonnets éclairés suivis par théodolites, le travail fut limité pour cette première initiative à l'observation des températures de l'air et du sol, ainsi que de la direction du vent par de la fumée, en quelque vingt stations situées sur deux profils transversaux de la vallée du Rhône.

L'un des profils passait par Saxon, l'autre par l'Ecole cantonale d'agriculture de Châteauneuf, près de Sion. Les postes les plus élevés atteignaient 1200 m. d'altitude et les mesures furent effectuées toutes les dix minutes pendant la nuit, jusqu'à huit heure du matin.

Une étude complète des gradients verticaux de température le long des pentes et une statistique de plus de 3000 mesures par nuit feront l'objet d'une publication ultérieure; dans l'exposé oral, l'auteur, après avoir présenté les diagrammes d'observations ainsi qu'un type spécial d'abri transportable pour thermomètres a fait un certain nombre de remarques, résumées comme suit :

- 1° Du 27 au 28 mai, par nuit calme et très faible nébulosité, le refroidissement le plus fort se faisait sentir dans le fond de la vallée, avec une inversion de température ne dépassant pas quelques décimètres d'altitude et atteignant 2 à 4 degrés C.
- 2° Le matin, après le lever du soleil, une isothermie s'est établie jusqu'à 1 km. d'altitude.
- 3° La circulation de l'air semble s'établir pour la nuit du 27 au 28 mai par :
 - a) un courant général descendant dans le fond de la vallée et de quelques décimètres seulement d'épaisseur,
 - b) au-dessus, une série de circulations fermées (?) juxtaposées, de vitesses et de dimensions très variables, dont l'axe de rotation est généralement parallèle au Rhône et rappelant le mécanisme indiqué par A. Wagner.
- 4° En calculant les gradients verticaux de température le long des pentes, les résultats obtenus pour une heure déterminée d'observation sont peu vraisemblables (quelques degrés par 100 m., parfois). Les influences locales, à 1 m. $\frac{1}{2}$ du sol, sont trop grandes et surtout trop variables, masquant le phénomène à plus grande échelle.
- 5° Seule la moyenne de 5 à 6 mesures, effectuées de 10 min. en 10 min., pour chaque station permet de déterminer un gradient vertical linéaire avec un coefficient de corrélation très admissible (dépassant 0,8).
- 6° Il est indiqué, autant que faire se peut, d'employer des instruments ayant la même inertie (capacité thermique), pour les mesures en montagne.
- 7° Dans toute étude de l'atmosphère alpine il semble désirable de chercher à préciser à quelle *échelle* on désire faire les mesures, c'est-à-dire quelle est la dimension approximative de l'unité de

volume (masse) d'air pour laquelle la grandeur physique est supposée représentative.

Il nous paraît que les météorologistes admettent implicitement les trois divisions suivantes :

- a) météorologique, dimension de l'unité : 1 km³ au minimum;
- b) aérologique, du dam³ au km³;
- c) microclimatologique, du dm³ au dam³.

8° L'inertie de l'instrument de mesure doit-être adaptée à l'échelle choisie; inversement les données instrumentales déterminent l'échelle. On peut d'ailleurs prendre une moyenne de plusieurs mesures pour augmenter la dimension de l'échelle choisie.

20. R. SÄNGER (Zürich). — *Verwendung des Elektronen-Vervielfachers zur Messung des Himmelslichtes.*

Der Elektronenvervielfacher ermöglicht, kleinste Photoströme soweit zu verstärken, dass sie einer einfachen Messung zugänglich werden. Der zur Messung des Himmelslichtes verwendete Elektronenvervielfacher vermag einen kontinuierlichen Lichtfluss von 10⁻⁹ Lumen oder 4 × 10⁻¹³ gr.Kal./Sek. nachzuweisen. Ein zeitlich begrenzter Lichtimpuls von 10⁻⁶ Sek. Dauer kann noch beobachtet werden, wenn seine Grösse 10⁻⁶ Lumen oder 4 × 10⁻¹⁰ gr.Kal./Sek. beträgt. Diese Aussagen zeigen, dass kleinste Ausschnitte des Himmels photometriert werden können und zudem die Messung einer weitgehenden spektralen Unterteilung zugänglich ist.

Die Beobachtungen der Intensität des Himmelslichtes haben unter anderem zu folgendem Ergebnis geführt (Messtage 17. Mai und 30. Mai 1941, zirka 11 Uhr) :

Wolkenschleier unmittelbar Sonnennähe	1,4 Stilb
Weisse Wolke in Sonnennähe	0,7 »
Weisse Wolke zirka 30° Sonnenentfernung	0,3 »
Weisse Wolke zirka 60° Sonnenentfernung	0,2 »
Dunst am Horizont	0,1 »
Blauer Himmel	0,15 »
Eine Baumgruppe teilweise von der Sonne beschienen . . .	0,05 »

Es haben noch gesprochen: W. Brunner-Hagger, Zürich; Th. Zingg, Dübendorf; F. Prohaska, Davos-Platz.